

NOVA

4 DEEL A

VMBO-B
LEERWERKBOEK

NASK 1

MALMBERG



NASK 1

4 VMBO-B DEEL A

Auteurs

J. van Gemert

T. Jacobs

L. Pijnappels

Met medewerking van

M. Hordijk

Vierde editie

MALMBERG 's-Hertogenbosch

www.nova-malmberg.nl

Voorwoord

Dit boek gebruik je bij het vak *natuur- en scheikunde* (nask-1 natuurkunde). In dit boek kom je meer te weten over *licht*, over *krachten*, over *elektriciteit* en over *energie*. Het is leuk en spannend om hier meer over te leren. Dit boek helpt je daarbij.

De lesmethode
Nova bestaat uit *leerwerkboeken*, *digitaal materiaal* en *uitwerkingenboeken*.

In de leerwerkboeken vind je alle leerstof die je moet leren, afgewisseld met vragen. Sommige antwoorden vind je letterlijk in de tekst. Je schrijft al je antwoorden en uitwerkingen in het leerwerkboek.
Aan het einde van elke paragraaf staat *Onthouden!*. Daarin staan de belangrijkste dingen uit de paragraaf. Aan het einde van ieder hoofdstuk staat een *Test jezelf*. Die bevat ook opgaven van schoolexamens of schriftelijke examens van vorige jaren. Ook in *Examen doen* staan er voorbeelden van recente examenopgaven. Hiermee kun je kijken of je de stof goed genoeg kent. Dat is handig als je een proefwerk of SO (schriftelijke overhoring) moet voorbereiden.

De opgaven
Er zijn verschillende soorten opgaven.
Soms moet je kiezen uit twee mogelijkheden, bijvoorbeeld GOED | FOUT. Je streept dan het foute antwoord door: GOED | ~~FOUT~~ of ~~GOED~~ | FOUT.
Bij meerkeuzevragen moet je kiezen uit twee, drie of vier antwoorden. Je maakt dan het hokje voor het goede antwoord helemaal blauw of zwart: ■ of je zet een kruisje in het goede vakje: ☒.
Soms moet je zelf een antwoord opschrijven. Doe dat kort maar wel duidelijk.
Soms moet je iets uitrekenen met behulp van een formule. Schrijf dan eerst de formule op. Daarna schrijf je de berekening op en dan het antwoord. Schrijf ook altijd de juiste eenheid achter het antwoord.
Voor sommige opgaven staat een plus (+). Die vragen kun je maken als je de meeste gewone vragen gemakkelijk kunt beantwoorden.

De proeven
Bij de proeven ga je zelf dingen doen en ontdekken. Daardoor leer je over natuurkundige en scheikundige onderwerpen. Je leert ook hoe apparaten werken. Let goed op wanneer je leraar een proef voordoet in de klas, want jij moet daarna zelf de vragen in je boek beantwoorden.
Soms moet je iets tekenen. Gebruik dan altijd een potlood en een liniaal of geo-driehoek.

We wensen je veel plezier bij het werken met dit boek!
De schrijvers

Inhoudsopgave



1 Licht

Inhoud

Startvraag

Als er geen licht is, zie je niets. Welke lichtbronnen ken je nog?

____

____

____

____

____

1 Licht en schaduw



▲ afbeelding 1
Een verlicht boek wordt zelf een indirecte lichtbron.

Je kunt een voorwerp zien als er licht op valt. Waar geen licht komt, zie je niets. Of je ziet de schaduw van het voorwerp.

Licht

Een voorwerp dat zelf licht uitstraalt, kun je zien. Zo'n voorwerp is een **lichtbron**.
Een **kunstmatige lichtbron** is door mensen gemaakt. Bijvoorbeeld een lamp of het scherm van een telefoon.
Een **natuurlijke lichtbron** is niet door mensen gemaakt, maar komt voor in de natuur. Voorbeelden zijn de zon, de sterren en bliksem.

Een voorwerp dat zelf geen licht uitstraalt, kun je ook zien. Maar alleen als dat voorwerp verlicht wordt door een lichtbron. Dat zie je bij het boek in afbeelding 1. Het boek kaatst de lichtstralen terug. Hierdoor wordt het boek zelf een **indirecte lichtbron** (afbeelding 1).
Een goed voorbeeld van een indirecte lichtbron is de maan. De maan weerkaatst het licht van de zon.

Proef 1 Direct en indirect licht

Wat je nodig hebt

☐ 1 doosje lucifers

Uitvoering

- Neem een lucifer uit het doosje.
- Kijk naar de lucifer.

1 Je ziet de lucifer WEL / NIET.

2 Dat komt omdat er WEL / GEEN licht op de lucifer valt.

3 De lucifer is een DIRECTE / INDIRECTE lichtbron.

- Kijk door het raam naar buiten. Je ziet verschillende dingen, zoals auto's en bomen.

4 De dingen die je buiten ziet, zijn DIRECTE / INDIRECTE lichtbronnen.

5 De dingen die je buiten ziet, worden verlicht door de zon.
De zon is een NATUURLIJKE / KUNSTMATIGE lichtbron.

6 Je ziet de zon, omdat ze een DIRECTE / INDIRECTE lichtbron is.

- Steek de lucifer aan.
- Strek je arm, de lucifer komt zo verder van je af.

7 Je kunt het licht van de lucifer WEL / NIET zien.

8 Dat komt, omdat de lucifer ________________ geeft.

9 De lucifer is een DIRECTE / INDIRECTE lichtbron.

- Houd je andere hand ongeveer 5 cm van de lucifer.
  Je hand wordt door de vlam verlicht en verwarmd.

10 Je hand is een DIRECTE / INDIRECTE lichtbron.

- Maak de lucifer uit.

11 Wat is de vlam van de lucifer?
☐ A alleen een lichtbron
☐ B alleen een warmtebron
☐ C een lichtbron en een warmtebron

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

1 Welk soort lichtbron is door mensen gemaakt?

een ___________________________ lichtbron

2 Welk soort lichtbron komt voor in de natuur?

een ___________________________ lichtbron

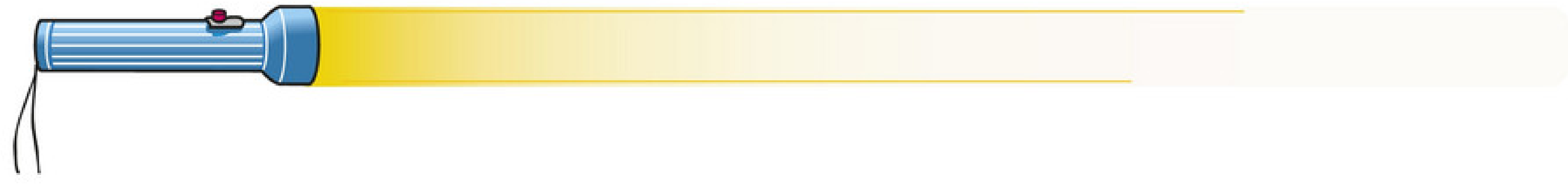
3 Welk soort lichtbron kaatst lichtstralen terug?

een ___________________________ lichtbron

Lichtbundel

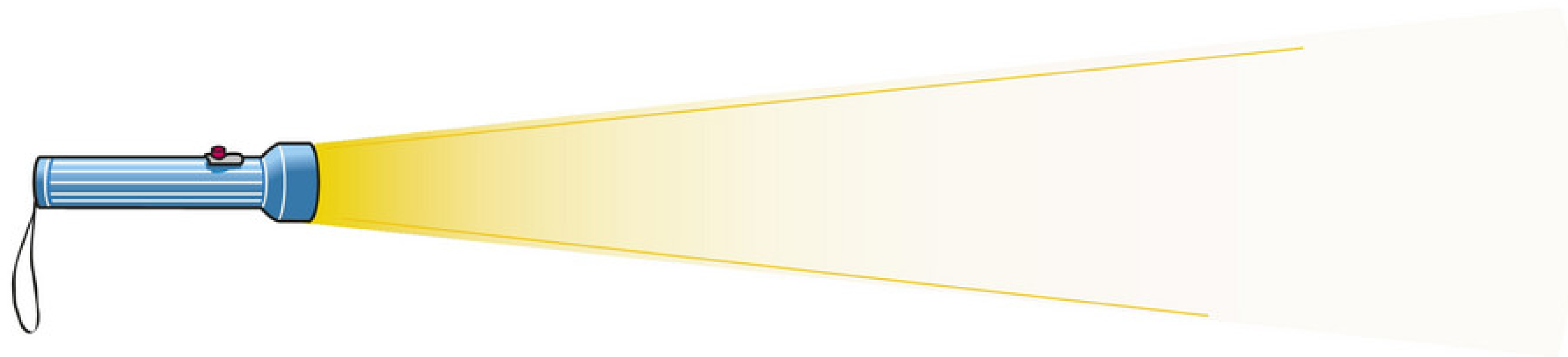
Een lichtbron straalt lichtstralen uit. Lichtstralen bewegen in rechte lijnen. Veel lichtstralen samen noem je een **lichtbundel**. Je hebt drie soorten lichtbundels.

In een **evenwijdige lichtbundel** blijft de afstand tussen de lichtstralen gelijk (afbeelding 2).



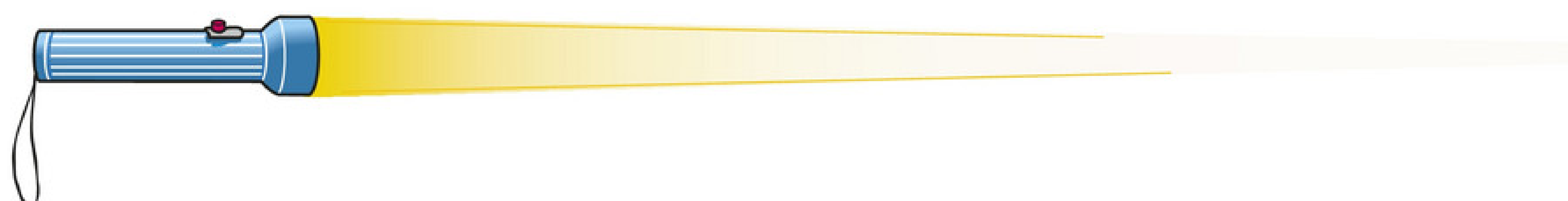
▶ **afbeelding 2**
een evenwijdige lichtbundel

In een **divergente lichtbundel** gaan de lichtstralen steeds verder uit elkaar (afbeelding 3). Divergeren betekent 'steeds verder uit elkaar gaan'. Deze lichtbundel wordt ook een **divergerende lichtbundel** genoemd.



▶ **afbeelding 3**
een divergente lichtbundel

In een **convergente lichtbundel** gaan de lichtstralen naar elkaar toe (afbeelding 4). Dit wordt ook wel een **convergerende lichtbundel** genoemd. Convergeren betekent 'naar elkaar toe bewegen'.



▶ **afbeelding 4**
een convergente lichtbundel

Opgaven

4 Hoe bewegen lichtstralen?

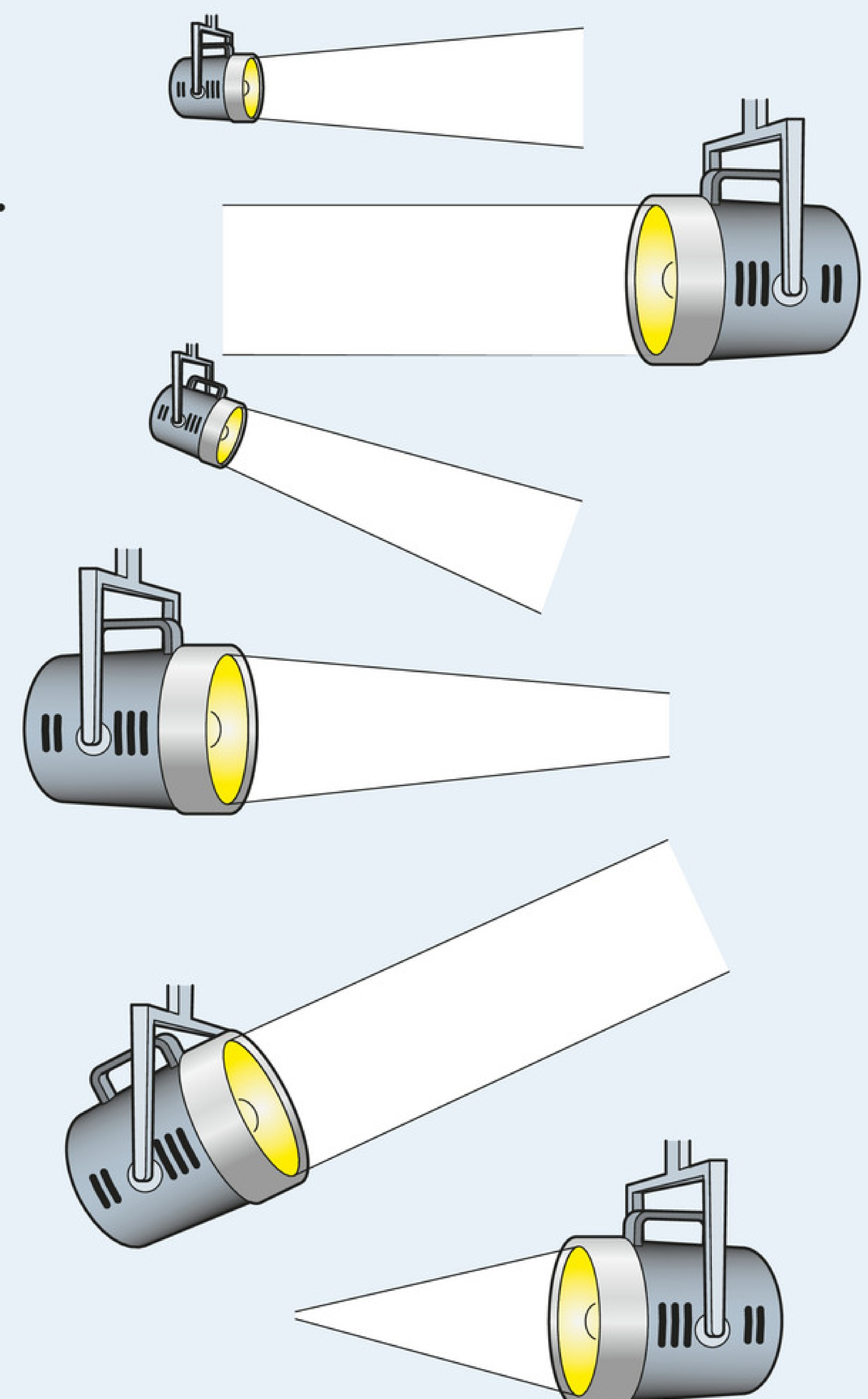
Lichtstralen bewegen ________________________________ .

5 Hoe noem je veel lichtstralen samen?

Veel lichtstralen samen noem je een ____________________ .

6 In afbeelding 5 zie je zes schijnwerpers.
Uit elke schijnwerper komt een lichtbundel.
- Kleur elke convergente lichtbundel rood.
- Kleur elke divergente lichtbundel blauw.
- Kleur elke evenwijdige lichtbundel geel.

7 Boven het bureau van Hiba hangt een lamp.
Haar hele kamer wordt door deze lamp beschenen.
Wat voor soort lichtbundel komt er uit de lamp?
- ☐ A een evenwijdige lichtbundel
- ☐ B een divergente lichtbundel
- ☐ C een convergente lichtbundel



▶ **afbeelding 5**
zes lichtbundels

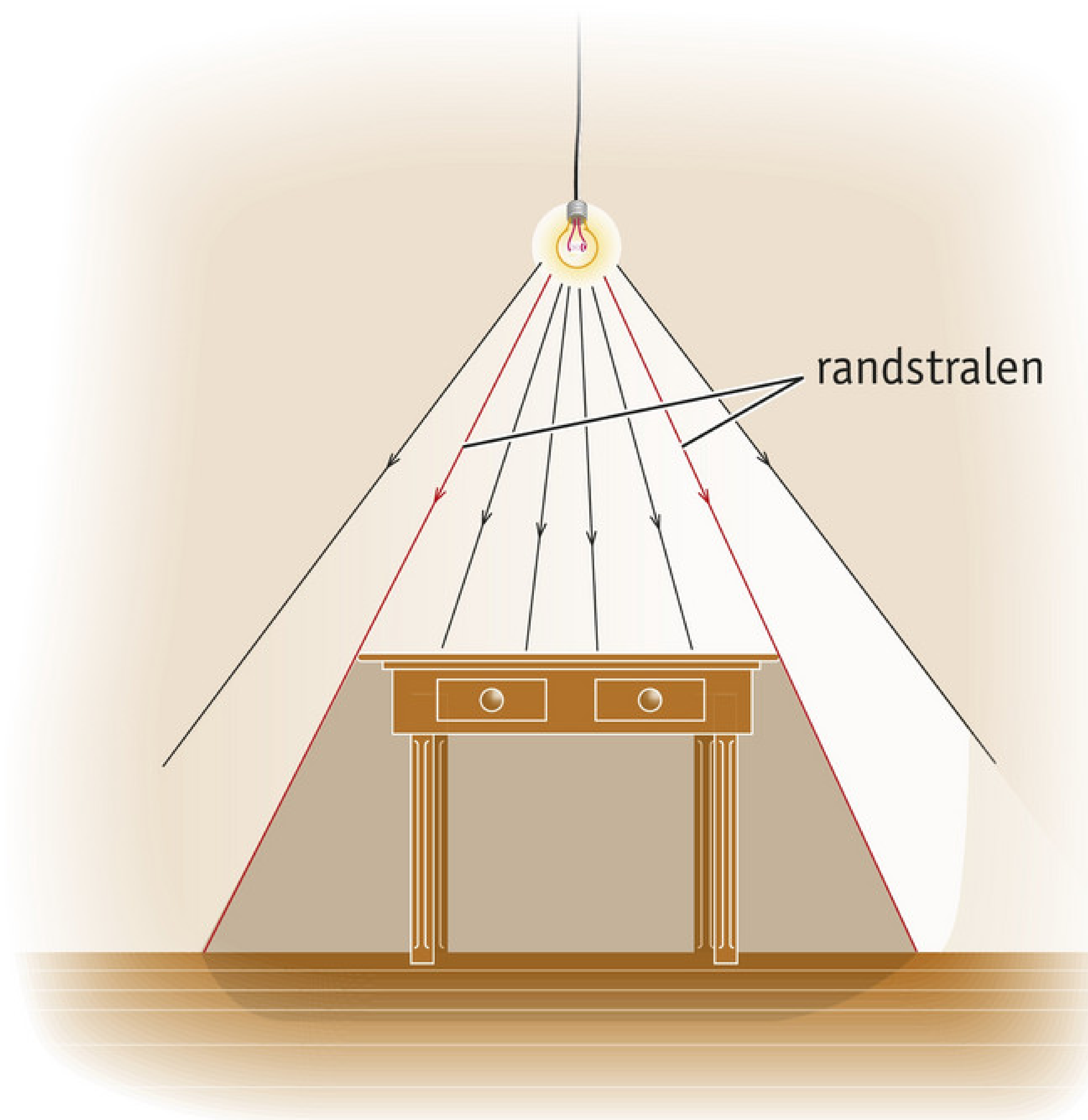
Schaduw

Een jongen zit in een tent met een lamp, zie afbeelding 6. De jongen houdt een deel van de lichtstralen tegen. Achter hem ontstaat daardoor een schaduw op het tentdoek. De **schaduw** is het gebied waar de lichtstralen niet kunnen komen.



▲ **afbeelding 6**
schaduw op een tentdoek

Aan de rand van de schaduw komen licht en schaduw tegen elkaar. De lichtstralen die nog net langs de jongen gaan, heten de **randstralen**.
In afbeelding 6 zijn de randstralen rood gekleurd. De randstralen maken de rand van de schaduw.



▶ **afbeelding 7**
De randstralen vormen de grens tussen licht en donker.

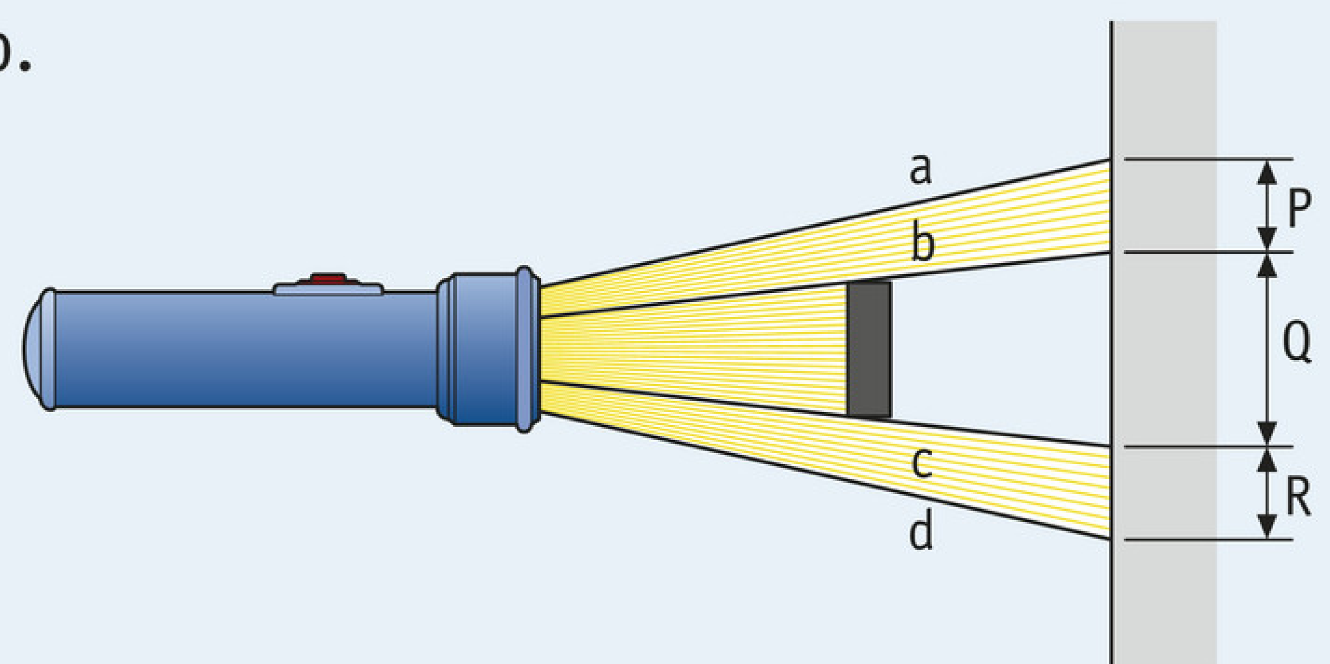
Opgaven

8 Wat ontstaat er op de plaats waar het licht van een lichtbundel niet kan komen?

Op die plaats ontstaat ______________________________ .

9 In afbeelding 8 zie je een lichtbundel uit een zaklamp.
Voor de lamp hangt een houten blokje.
Het licht is gericht op een scherm.
Waar is er schaduw van het blokje op het scherm?

- ☐ A alleen op plaats Q
- ☐ B op de plaatsen P en Q
- ☐ C op de plaatsen P en R
- ☐ D op de plaatsen Q en R



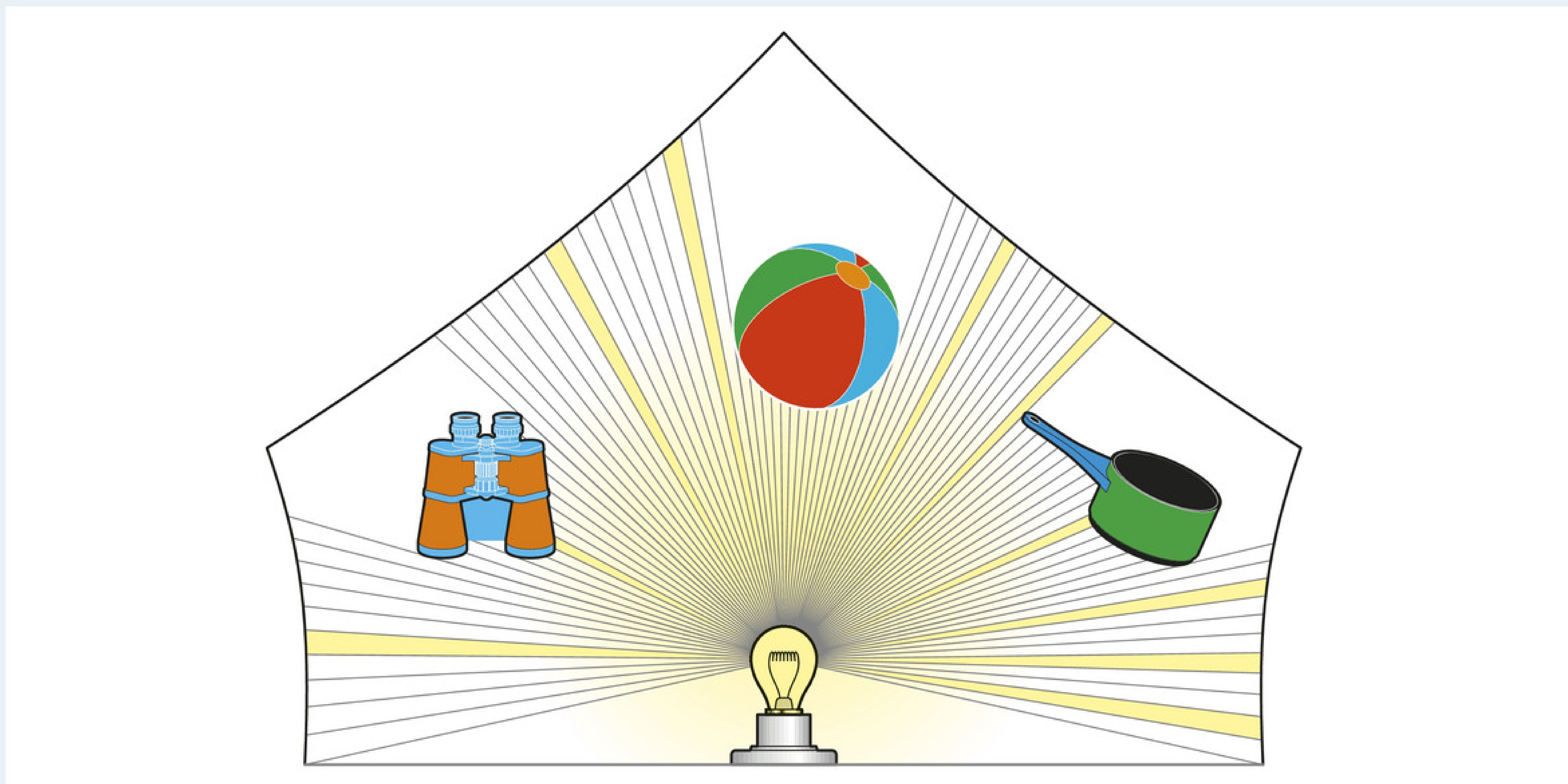
▲ **afbeelding 8**
licht en schaduw

10 Waar schijnt het licht van de zaklamp op het scherm?

- ☐ A alleen op plaats Q
- ☐ B op de plaatsen P en Q
- ☐ C op de plaatsen P en R
- ☐ D op de plaatsen Q en R

11 Welke stralen in afbeelding 8 zijn de randstralen van de schaduw van het blokje?
- ☐ A de stralen a en b
- ☐ B de stralen a en d
- ☐ C de stralen b en c
- ☐ D de stralen b en d

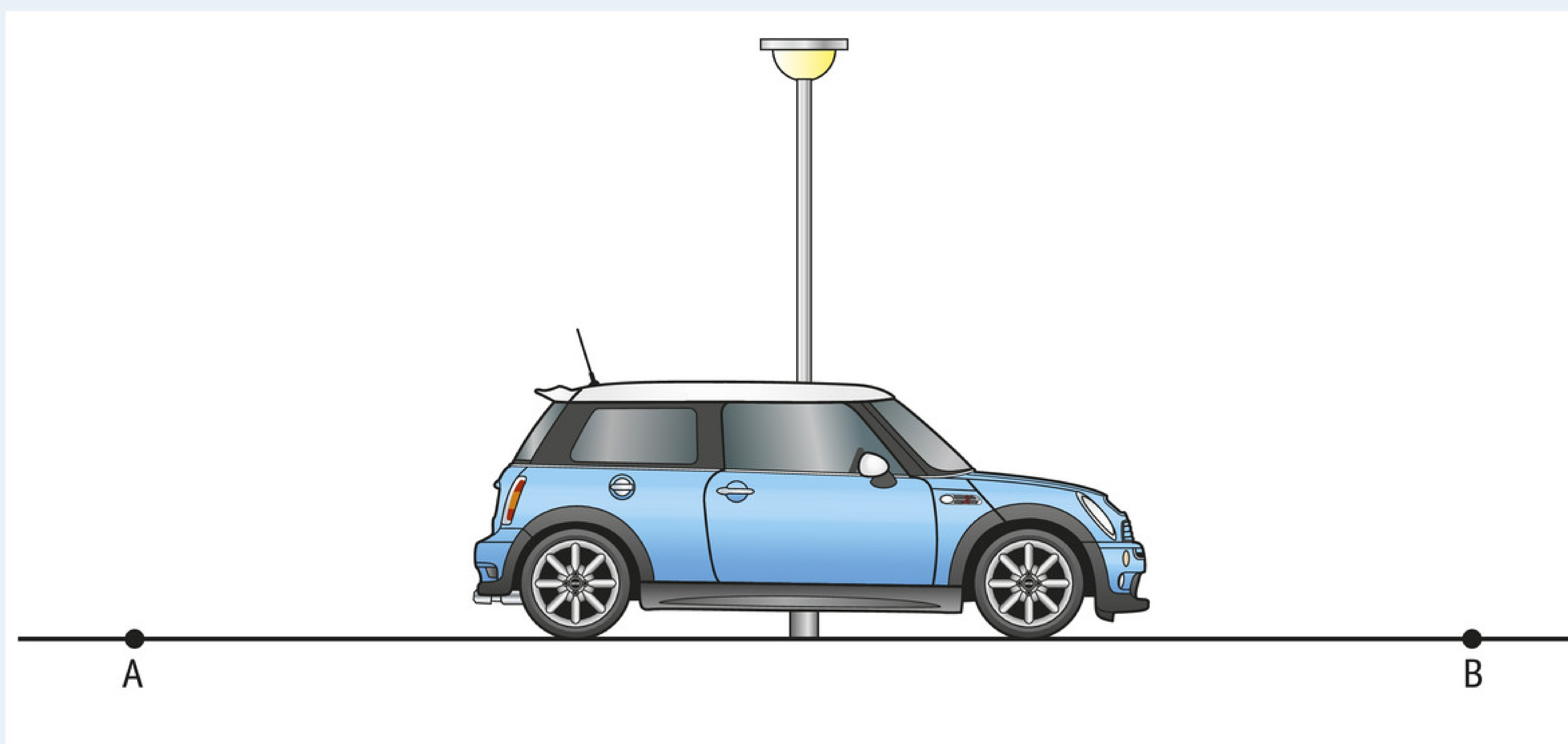
12 In afbeelding 9 zie je een tent. In de tent brandt een lamp. Aan een dun koord hangen drie voorwerpen. De lamp en de voorwerpen geven schaduw op het tentdoek.
- Kleur de plaats waar schaduw op het tentdoek valt blauw.
- Kleur de plaats waar licht op het tentdoek valt geel.
- Kleur in de figuur alle randstralen rood.



▲ **afbeelding 9**
schaduw op een tentdoek

13 In afbeelding 10 staat een auto onder een lantaarnpaal. De lantaarnpaal is aan.
- Teken een lichtstraal van de lamp naar punt A op de weg.
- Teken ook een lichtstraal van de lamp naar punt B.

De auto geeft een schaduw op de weg.
- Teken de randstralen van die schaduw van de lamp tot de weg.
- Geef met een blauwe lijn de schaduw op de weg aan.
- Geef tussen A en B met gele lijnen aan waar het licht op de weg valt.



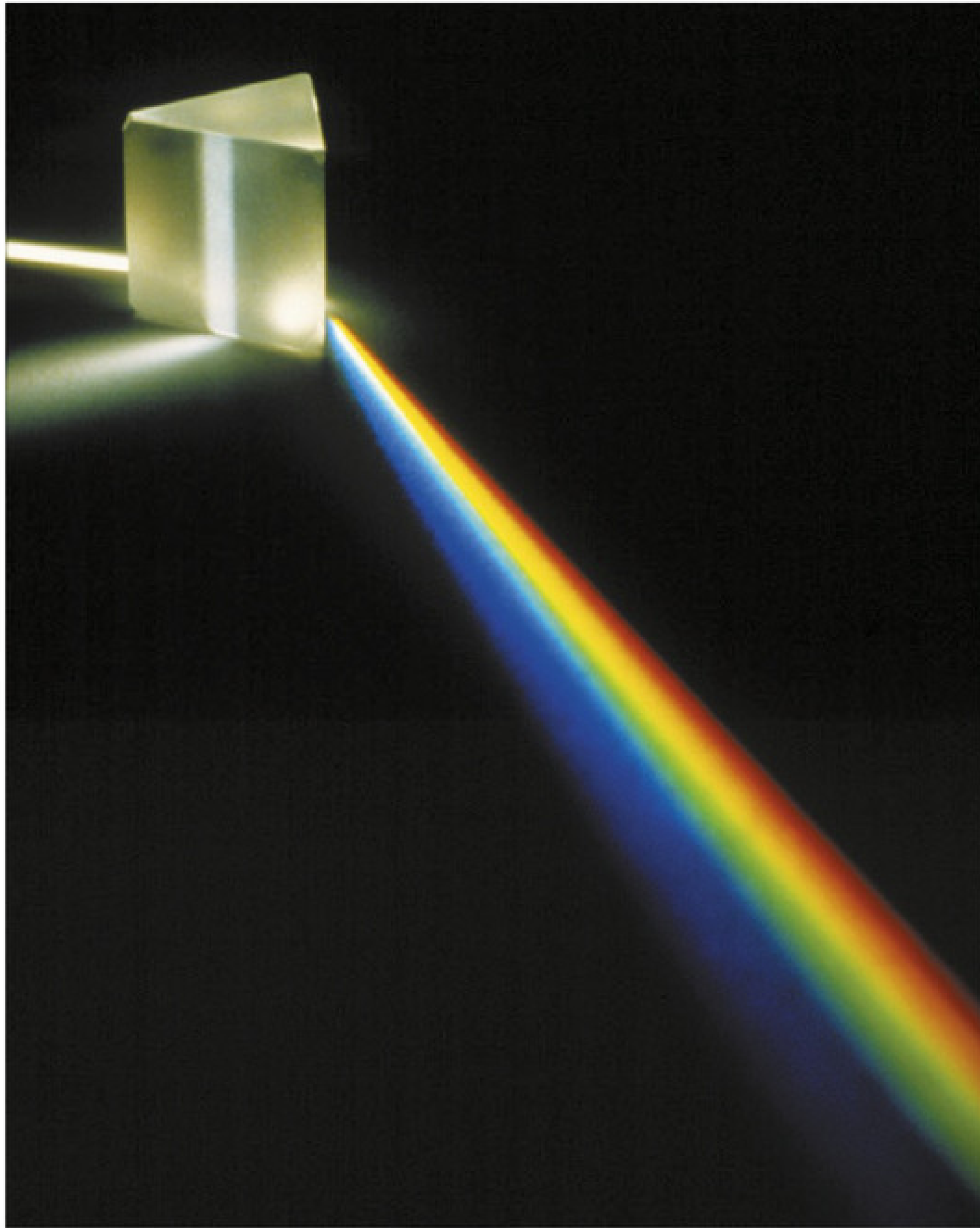
▲ **afbeelding 10**
Een auto staat in het licht van een straatlantaarn.

14 In afbeelding 10 heb je een divergente lichtbundel getekend. Je hebt de schaduw van de auto getekend (blauwe lijn).
Hoe ziet de schaduw van een voorwerp eruit in een divergente lichtbundel?
- ☐ A De schaduw is even groot als het voorwerp.
- ☐ B De schaduw is groter dan het voorwerp.
- ☐ C De schaduw is kleiner dan het voorwerp.

Onthouden!

Een lichtbron is een voorwerp dat zelf licht uitstraalt.
Een kunstmatige lichtbron is door mensen gemaakt.
Een natuurlijke lichtbron komt voor in de natuur.
Een verlicht voorwerp wordt zelf een indirecte lichtbron.
Een lichtbundel is een verzameling lichtstralen.
In een evenwijdige lichtbundel blijft de afstand tussen de lichtstralen gelijk.
In een divergente lichtbundel gaan de lichtstralen uit elkaar.
In een convergente lichtbundel gaan de lichtstralen naar elkaar toe.
De schaduw is het gebied waar de lichtstralen niet kunnen komen.
De randstralen vormen de rand van de schaduw.

2 Het spectrum van wit licht



▲ **afbeelding 11**
Een prisma breekt wit licht in alle kleuren van de regenboog.

Wit licht bestaat uit verschillende kleuren. Dat zie je in een regenboog. Het witte zonlicht breekt in de regendruppels.

Spectrum

Het licht van de zon zie je als wit licht. Toch zitten alle kleuren van de regenboog erin. Dat kun je zichtbaar maken met een **prisma** (een driehoekig stuk glas). De lichtstralen breken in het prisma (afbeelding 11). De ene kleur licht breekt iets meer dan de andere. Daardoor komen de verschillende kleuren licht naast elkaar uit het prisma.

De kleuren in wit licht zijn: rood, oranje, geel, groen, blauw en violet (paars). Deze reeks kleuren is het **spectrum** van wit licht (afbeelding 12).



▲ **afbeelding 12**
het spectrum van wit licht

Proef 2 Het spectrum van een kaarsvlam

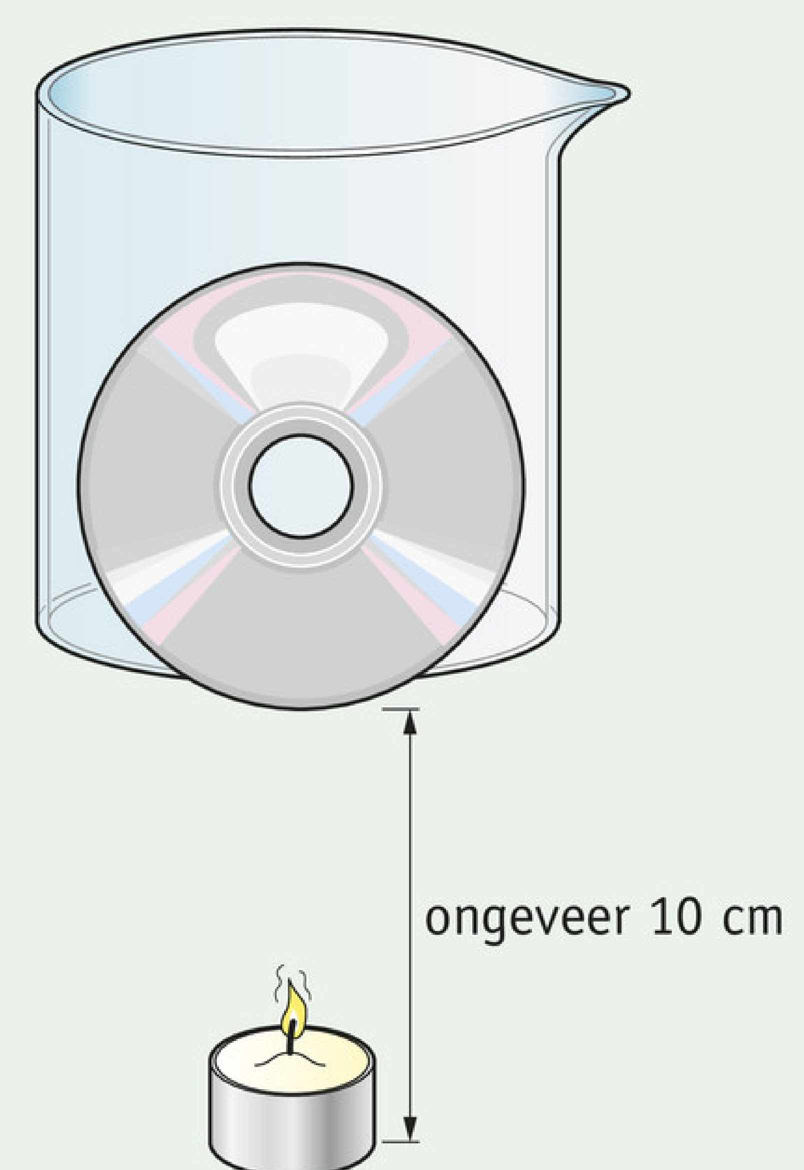
Wat je nodig hebt

- ☐ 1 waxinelichtje
- ☐ 1 cd
- ☐ 1 bekerglas van 1 L
- ☐ 1 doosje lucifers

Uitvoering

Deze proef kun je het beste doen in een lokaal met weinig licht.

- Zet de cd recht tegen het bekerglas (afbeelding 13).
- Zet het waxinelichtje ongeveer 10 cm voor de cd.
- Maak het waxinelichtje aan met een lucifer.
- Kom tijdens de proef niet te dicht bij de vlam.
- Kijk op ongeveer 30 cm afstand naar de cd.
- Kijk zo dat je het spiegelbeeld van de vlam in het midden van de cd ziet.



▲ **afbeelding 13**
Zet het waxinelichtje ongeveer 10 cm voor de cd.

1 Welke kleur zie je dicht bij het midden van de cd?
- ☐ A rood
- ☐ B geel
- ☐ C groen
- ☐ D violet

2 Welke kleur zie je vooral aan de buitenrand van de cd?

____

3 Kleur zo goed mogelijk de kleuren die je ziet op de cd in afbeelding 14.



▲ **afbeelding 14**
Het spectrum van een kaarsvlam op een cd.

- Blaas het vlammetje uit.
- Ruim alles netjes op.

Opgaven

15 Wat gebeurt er in een prisma met de lichtstralen?

In een prisma ____.

16 Op een cd kun je het spectrum van het licht van een kaarsvlam zien.
Welke kleur uit dit spectrum zie je het meest op de cd?

____

17 Welke kleuren zie je in een regenboog?
Schrijf de kleuren in de goede volgorde op. Begin met rood.

____

+18 Licht breekt WEL / NIET als het op een cd valt.
Leg je antwoord uit.

____

____

____

____

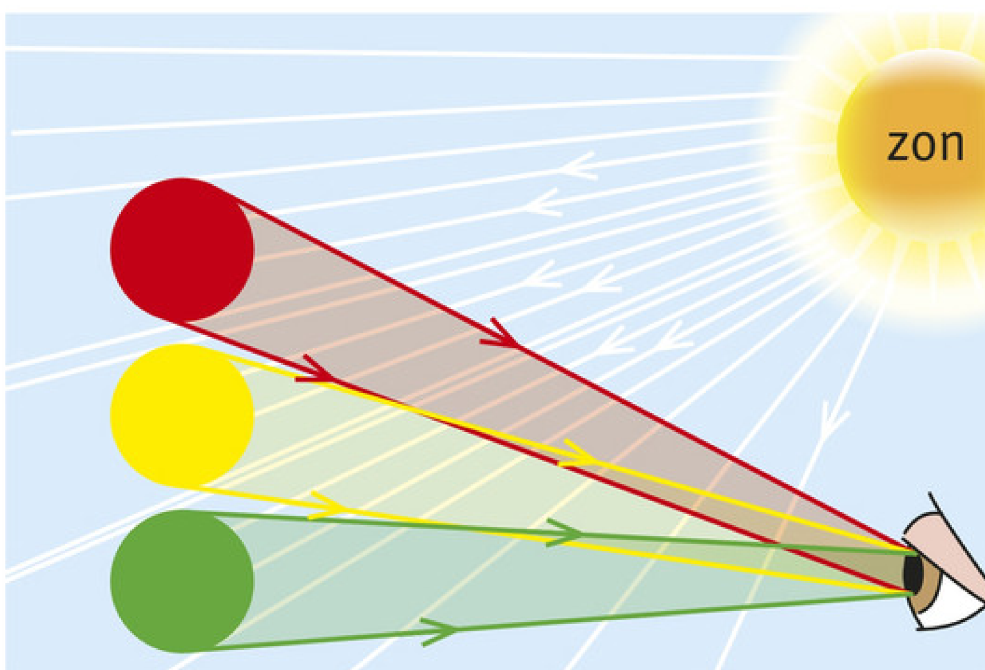
Absorberen en terugkaatsen

Veel lichtbronnen stralen wit licht uit. Toch zie je de dingen om je heen in kleur. Bijvoorbeeld de ballen in een ballenbak (afbeelding 15). Op alle ballen valt wit licht. Toch zie je gele, rode, groene, blauwe en oranje ballen. Dat komt doordat de ballen alleen hun eigen kleur licht **terugkaatsen**.



▲ **afbeelding 15**
allemaal verschillende kleuren

Kijk naar afbeelding 16. De rode bal kaatst alleen rood licht terug. Je ogen zien deze bal daardoor rood. De gele bal kaatst alleen geel licht terug. Deze bal zie je geel.
Alle andere kleuren licht worden door de bal opgenomen en vastgehouden. Dat heet **absorberen**. De groene bal absorbeert dus alle kleuren licht, behalve groen.

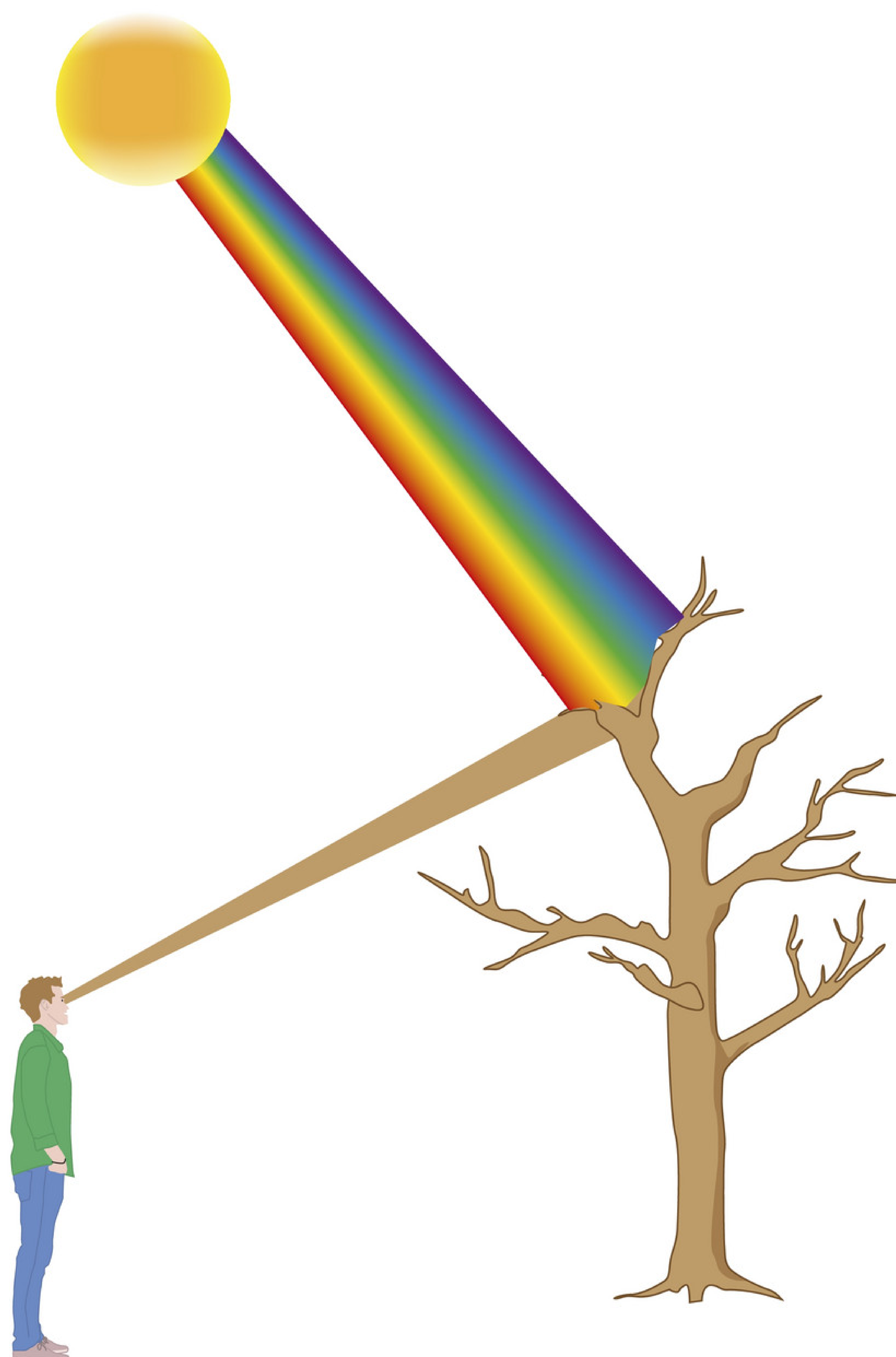


▲ **afbeelding 16**
Elke bal kaatst alleen zijn eigen kleur terug.

Mengkleuren

In het spectrum van wit licht zitten de kleuren rood, oranje, geel, groen, blauw en violet. Toch kun je meer kleuren zien dan die zes. Bijvoorbeeld bruin. Bruin bestaat uit verschillende kleuren licht: een beetje rood, een beetje oranje en een beetje geel. Je ogen zien dit als bruin (afbeelding 17). De kleur bruin is een **mengkleur**. Met licht kun je veel verschillende kleuren maken.

Een wit voorwerp kaatst alle kleuren licht terug. Een zwart voorwerp absorbeert alle kleuren en kaatst dus helemaal geen licht terug.



▶ **afbeelding 17**
Een beetje rood, oranje en geel samen zien je ogen als bruin.

Proef 3 Kleuren absorberen en weerkaatsen

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 batterij van 4,5 V
- ☐ 1 lampje van 6 V / 0,5 A
- ☐ 1 lamphouder
- ☐ 2 snoertjes
- ☐ 2 krokodillenbekjes
- ☐ 1 wit scherm
- ☐ 1 zwarte doek
- ☐ 1 doorzichtig geel vel
- ☐ 1 doorzichtig rood vel

Uitvoering

Deze proef kun je het beste doen in een lokaal met weinig licht.

- Sluit de lamp aan op de batterij.

1 Als de lamp brandt, heeft de gloeidraad een WITTE / RODE kleur.

- Pak het rode vel.
- Houd het vel ongeveer 10 cm voor de lamp.

2 De kleur die je door het vel ziet, is WIT / ROOD.

3 De kleur die de gloeidraad nu heeft, is ______________________________.

4 Wat gebeurt er met de andere kleuren die van de gloeidraad komen?

Alle andere kleuren worden door het rode vel ______________________________.

- Pak het gele vel.
- Houd dit vel ongeveer 10 cm voor de lamp.

5 De kleur van de gloeidraad die je door het vel ziet, is ______________________________.

6 In het witte licht van de lamp zitten de kleuren rood, oranje, geel, groen, blauw en violet.
Welke kleur van het witte licht laat het gele vel door?

____

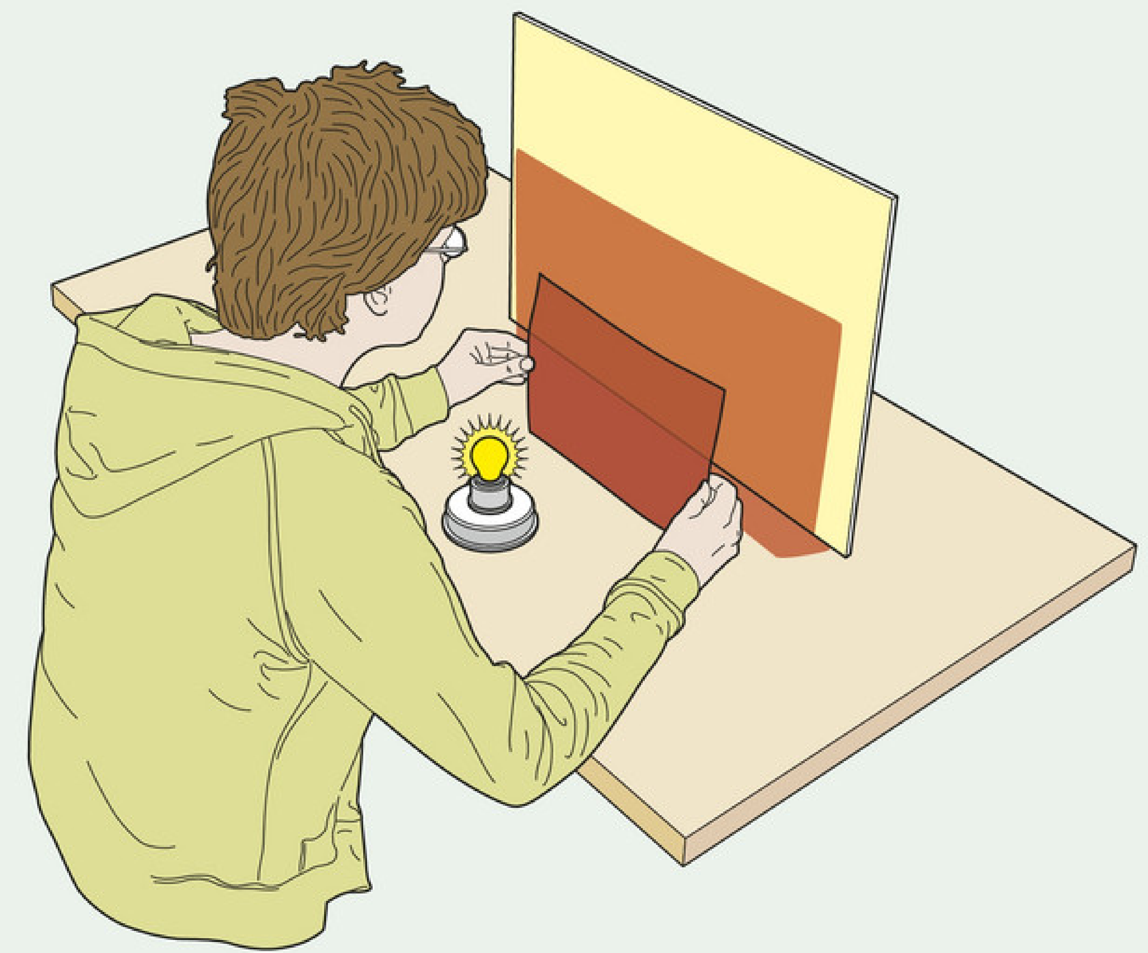
7 Welke kleuren worden door het gele vel geabsorbeerd?

____

- Zet het scherm ongeveer 30 cm van de lamp.

8 Het witte licht van de lamp wordt door het scherm weerkaatst.
Je ziet het scherm daardoor met een WITTE / ZWARTE kleur.

- Houd het rode vel tussen het scherm en de lamp (afbeelding 18).
- Kijk op het scherm.



▲ **afbeelding 18**
een vel tussen een lamp en een scherm

9 De lamp straalt ROOD / WIT licht uit.

10 Het scherm is achter het vel ROOD / WIT gekleurd.

11 Wat doet het rode vel met de kleuren?
☐ A Het rode vel absorbeert alle kleuren, behalve rood.
☐ B Het rode vel laat alle kleuren door, behalve rood.

12 Wat doet het scherm met het rode licht?
☐ A Het scherm absorbeert het rode licht.
☐ B Het scherm weerkaatst het rode licht.

- Haal het rode vel weg.
- Houd het gele vel tussen de lamp en het scherm.

13 Maak de zinnen af.
Kies uit: *doorgelaten – geabsorbeerd – weerkaatst*.

Alle kleuren, behalve geel, worden door het gele vel ______________________________.

De gele kleur wordt door het vel ______________________________.

Op het scherm wordt het gele licht ______________________________.

- Leg de zwarte doek over het scherm.
- Zorg ervoor dat de lamp op de zwarte doek schijnt.

14 Op de doek valt WIT / ZWART licht.

15 Je ziet de doek met een WITTE / ZWARTE kleur.

- Houd het gele vel weer tussen de lamp en het scherm.

16 De doek achter het vel is GEEL / ZWART van kleur.

17 Het gele licht wordt door de zwarte doek:
☐ A geabsorbeerd.
☐ B weerkaatst.

- Houd het rode vel tussen de lamp en het doek op het scherm.

18 De kleur die je op het scherm ziet, is:
☐ A wit.
☐ B geel.
☐ C rood.
☐ D zwart.

19 Het rode licht wordt door het zwarte scherm:
- ☐ A geabsorbeerd.
- ☐ B weerkaatst.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

19 Maak de zinnen af.
Kies uit: *blauw – doorgelaten – geabsorbeerd – weerkaatst – zwart*.
Uit een schijnwerper komt blauw licht.

Op een wit vlak wordt het licht ______________________________.

Door gewoon glas wordt het licht ______________________________.

De kleur van het licht dat door het glas valt, is ______________________________.

Valt het licht op een zwart vlak, dan wordt het ______________________________.

De kleur die je dan op het vlak ziet, is ______________________________.

20 Het glas van een lamp is wit gekleurd.

a Welke kleur licht straalt de lamp uit?

____

b Welke kleuren zitten in het spectrum van dit licht?

____

21 Het glas van een lamp is groen gekleurd.
Welke kleur licht straalt de lamp uit?

____

22 Wat gebeurt er met de andere kleuren van de lamp?

Door het groene glas worden de andere kleuren ______________________________.

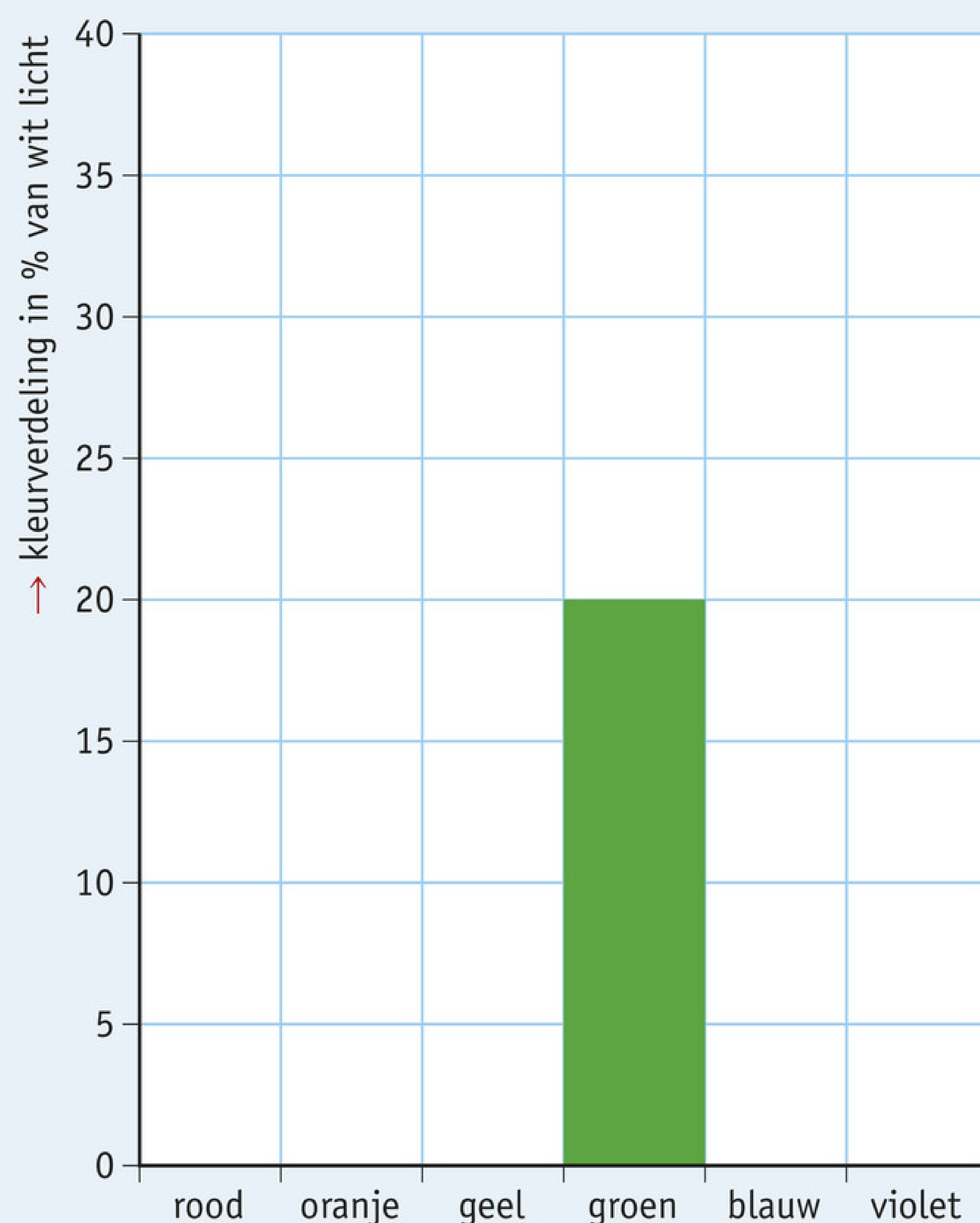
23 Op een witte muur valt het licht van de zon.
Hoe komt het dat je de muur wit ziet?
- ☐ A Alle kleuren uit het zonlicht worden geabsorbeerd.
- ☐ B Alle kleuren uit het zonlicht worden weerkaatst.
- ☐ C De witte kleur uit het zonlicht wordt geabsorbeerd.

24 Marieke zit met een zwart T-shirt aan op het terras.
Wat gebeurt er met het zonlicht dat op het zwarte T-shirt valt?

Alle kleuren worden door haar zwarte T-shirt ______________________________.

25 Het spectrum van een lamp die wit licht uitstraalt, heeft de volgende kleurverdeling:
- 25% rood
- 10% oranje
- 5% geel
- 20% groen
- 10% blauw
- 30% violet

In afbeelding 19 is het begin gemaakt van een staafgrafiek. De kleur groen is als voorbeeld ingekleurd.
Kleur ook de andere staven in de goede kleur en tot de goede hoogte.



▲ **afbeelding 19**
een staafgrafiek van het spectrum van een witte lamp

Onthouden!

Wit licht bestaat uit de kleuren rood, oranje, geel, groen, blauw en violet.
Deze reeks kleuren is het spectrum van wit licht.
Gekleurde voorwerpen kaatsen alleen hun eigen kleur licht terug.
Gekleurde voorwerpen absorberen alle kleuren behalve hun eigen kleur.
Een mengkleur kaatst verschillende kleuren licht terug als één kleur.
Witte voorwerpen kaatsen alle kleuren licht terug.
Zwarte voorwerpen kaatsen geen licht terug.

3 Lenzen

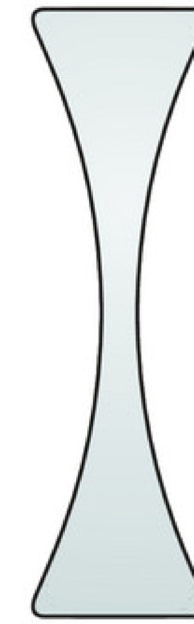
In allerlei voorwerpen zitten lenzen. Bijvoorbeeld in een bril, een camera en een verrekijker.

Bol en hol

Lenzen zijn schijfjes van glas of kunststof. Lenzen zijn vaak rond. Ze zitten in allerlei apparaten, bijvoorbeeld in een microscoop, een beamer en de camera in je mobiel.
Een **bolle lens** is in het midden dikker dan aan de rand. Zo'n lens is een **positieve lens** (afbeelding 20).
Een **holle lens** is in het midden dunner dan aan de rand. Zo'n lens is een **negatieve lens** (afbeelding 21).



▲ **afbeelding 20**
doorsnede van een positieve lens



▲ **afbeelding 21**
doorsnede van een negatieve lens

Om een lens te maken wordt heel zuiver glas gebruikt. Er mag geen vuil of afwijking in het glas zitten. Het glas wordt in de juiste vorm geslepen. Daarna wordt de lens gepolijst. Hierdoor wordt het oppervlak heel glad.

Opgaven

26 Een bolle lens is in het midden DUNNER / DIKKER dan aan de rand.

27 Een holle lens is in het midden DUNNER / DIKKER dan aan de rand.

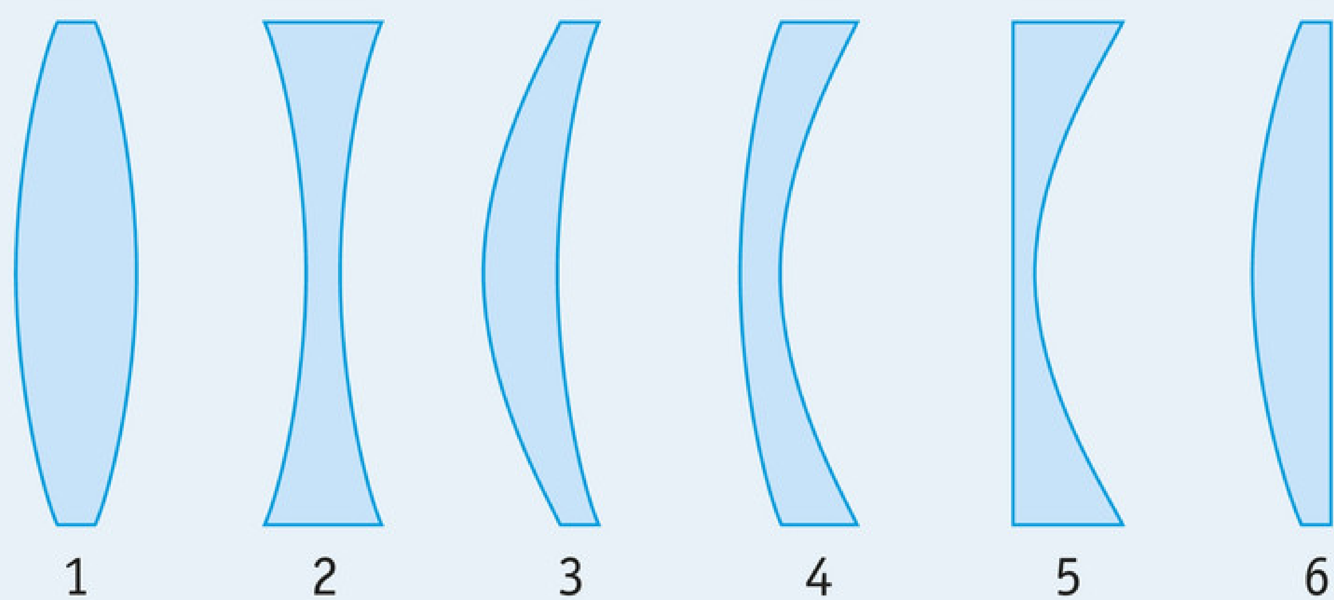
28 Een andere naam voor bolle lens is POSITIEVE / NEGATIEVE lens.

29 Een andere naam voor holle lens is POSITIEVE / NEGATIEVE lens.

30 Waarom wordt het glas van een lens gepolijst?

____

31 In afbeelding 22 zie je zes lenzen.
Kruis in tabel 1 aan of de lens positief of negatief is.
Tip! Als je het verschil in dikte niet ziet, meet dan nauwkeurig de dikte in het midden van de lens en aan de rand van de lens.



▲ **afbeelding 22**
zes lenzen

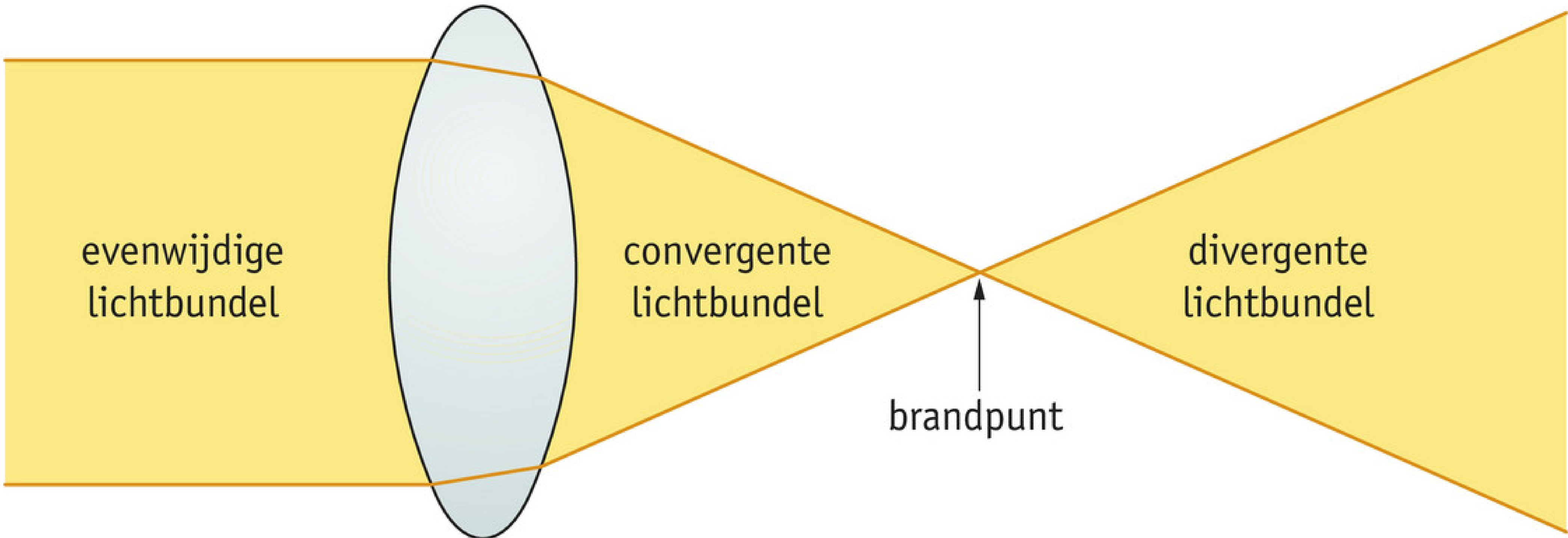
▼ **tabel 1** zes verschillende lenzen

lens	positief	negatief
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Positieve lens

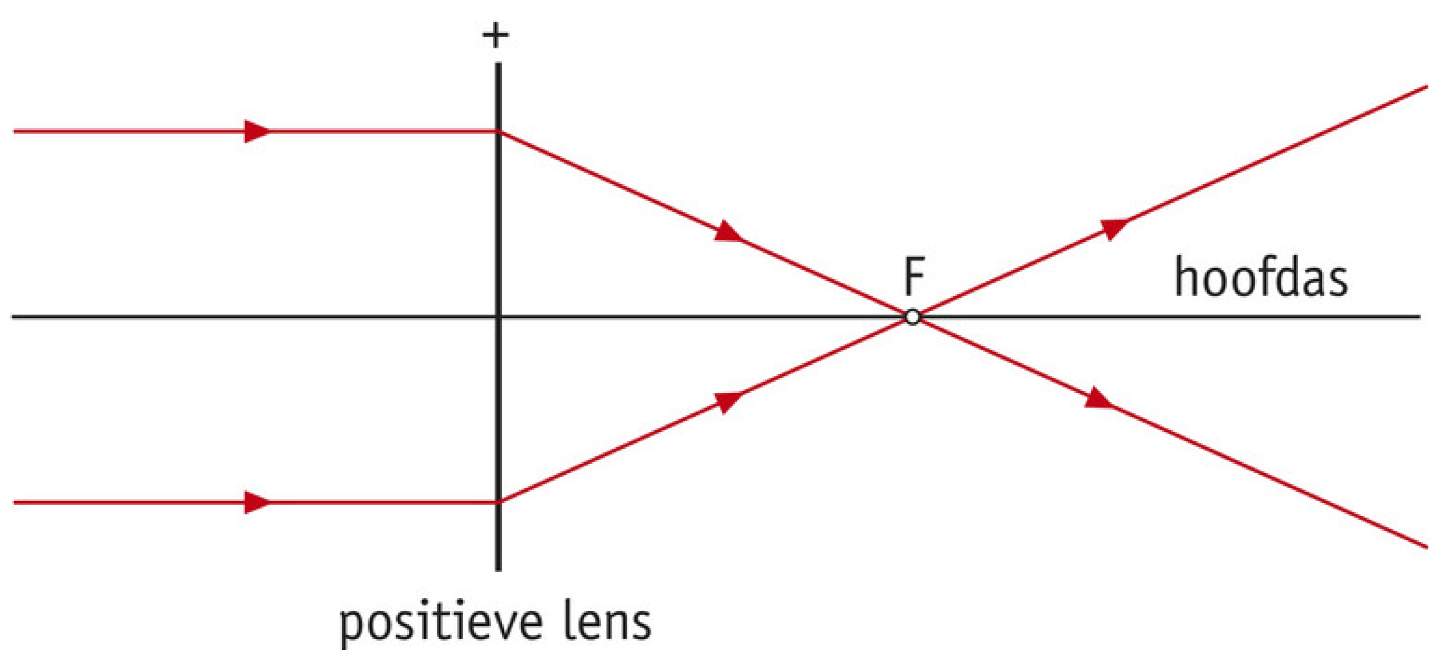
Een evenwijdige lichtbundel valt op een positieve lens (afbeelding 23). In de lens breken de lichtstralen. Uit de lens komt een convergente lichtbundel (naar elkaar toe). De lichtstralen komen samen in één punt. Dit is het **brandpunt** van de lens. Na het brandpunt lopen de lichtstralen uit elkaar. Daar zijn de lichtstralen divergent.

▶ **afbeelding 23**
evenwijdige lichtbundel door een positieve lens

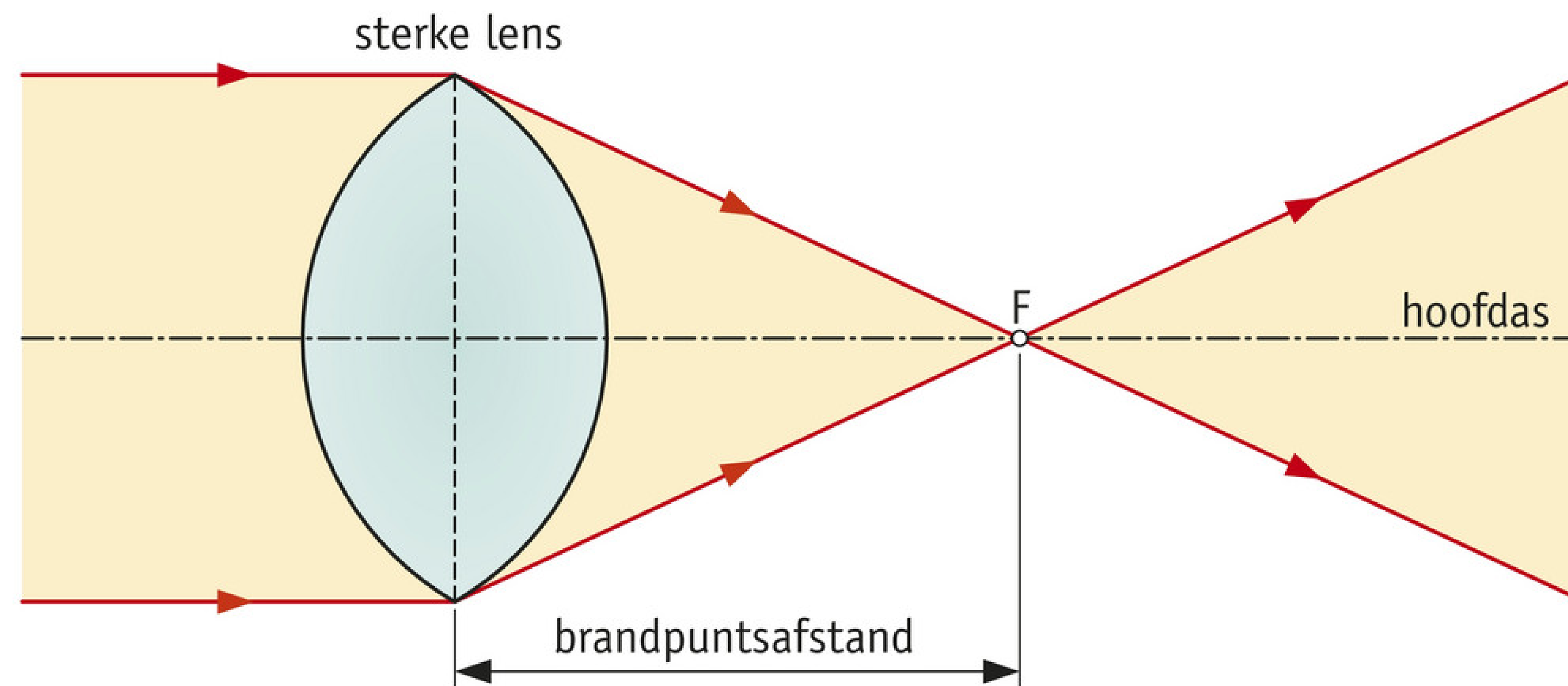


Een positieve lens teken je als een lijn met een + erboven (afbeelding 24). Het brandpunt geef je aan met de letter **F**. Het brandpunt ligt altijd op de hoofdas. De hoofdas is de lijn loodrecht op het midden van de lens. Pijltjes in de lichtstralen geven aan in welke richting het licht beweegt.

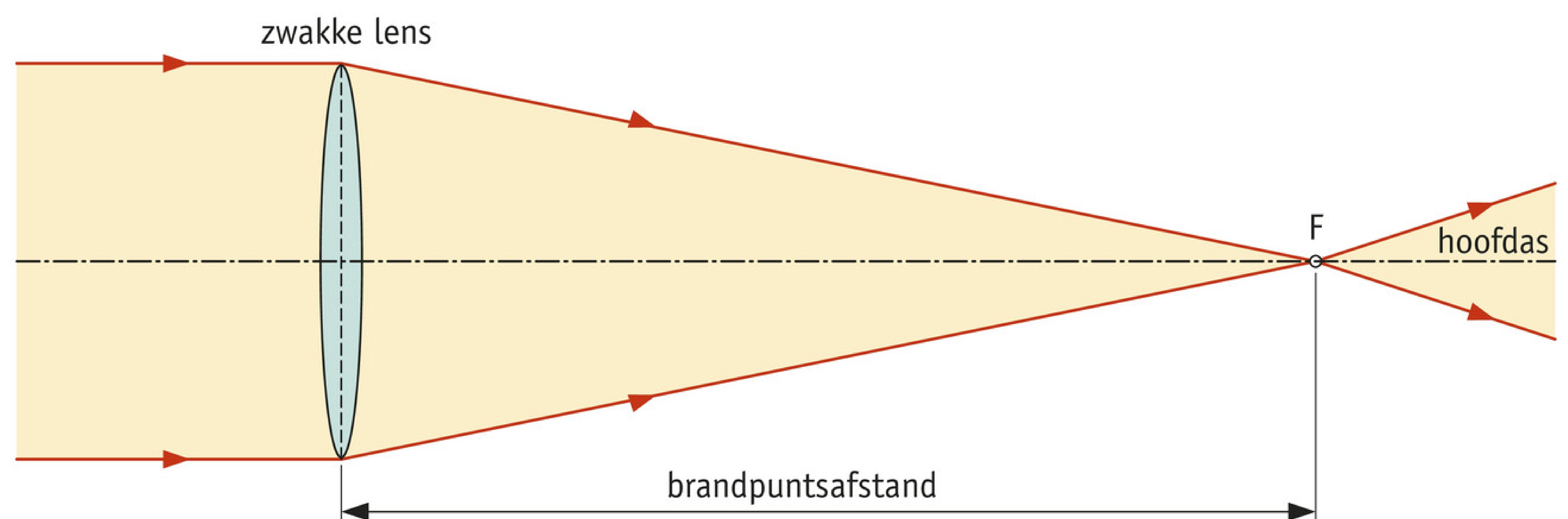
▶ **afbeelding 24**
lens, hoofdas en brandpunt



Het brandpunt zegt iets over hoe sterk de lens is. Als het brandpunt dicht bij de lens ligt, heb je een sterke lens (afbeelding 25). De lichtstralen worden sterk gebroken. Als het brandpunt ver van de lens ligt, heb je een zwakke lens (afbeelding 26). Hoe kleiner de **brandpuntsafstand**, hoe sterker de lens.



▲ **afbeelding 25**
een sterke lens



▲ **afbeelding 26**
een zwakke lens

Proef 4 De positieve lens

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 bolle lens met een brandpuntsafstand van 100 mm (met handgreep)
- ☐ 1 bolle lens met een brandpuntsafstand van 300 mm (met handgreep)
- ☐ 1 liniaal of duimstok
- ☐ 1 scherm

Uitvoering

1 Wat betekent de letter F in afbeelding 26?

____

- Leg de lens van 100 mm met het midden op de letter F in afbeelding 26.

2 De letter F zie je WEL / NIET door de lens.

- Til de lens ongeveer 3 cm omhoog.

3 Je ziet de letter F door de lens VERKLEIND / VERGROOT.

- Til de lens nog een paar cm verder omhoog.

4 Het beeld dat je door de lens ziet, wordt nog KLEINER / GROTER.

- Blijf door de lens kijken terwijl je de lens verder omhoog beweegt.

Op een gegeven moment wordt het beeld wazig.
De afstand tussen de F en de lens zit dan in de buurt van de brandpuntsafstand van de lens.

- Haal de lens verder omhoog tot vlak voor je oog.
- Kijk door de lens naar de F en de rest van afbeelding 26.

5 Hoe ziet afbeelding 26 eruit?
☐ A erg wazig
☐ B scherp

- Ga rechtop zitten. Houd de lens vast en strek je arm.
- Kijk door de lens naar leerlingen die ver van je vandaan zitten.
- Houd één oog dicht.

6 Hoe zie je de leerlingen door de lens?
☐ A groter en omgekeerd
☐ B groter en rechtop
☐ C kleiner en omgekeerd
☐ D kleiner en rechtop

- Haal de lens langzaam naar je toe, tot vlak voor één oog.

7 Hoe zie je de leerlingen nu?
☐ A omgekeerd en scherp
☐ B omgekeerd en wazig
☐ C rechtop en scherp
☐ D rechtop en wazig

- Strek je arm weer.
- Kijk weer door de lens naar twee leerlingen die ver van je af zitten.

8 Hoe zie je door de lens de leerling die aan de rechterkant zit?
☐ A De rechter leerling zie ik links en op zijn kop.
☐ B De rechter leerling zie ik links en rechtop.
☐ C De rechter leerling zie ik rechts en op zijn kop.
☐ D De rechter leerling zie ik rechts en rechtop.

Conclusie

– Staat het voorwerp dicht bij een positieve lens, dan is het beeld vergroot en staat rechtop.
– Staat het voorwerp ver van een positieve lens, dan worden links en rechts verwisseld en staat het beeld op zijn kop.
– Staat het voorwerp op de brandpuntsafstand van een positieve lens, dan is er geen beeld.

De rest van de proef kun je alleen doen als de zon schijnt. Je maakt dan gebruik van de evenwijdige zonnestralen. Schijnt de zon niet, dan kan je leraar de proef op een andere manier doen. Of je maakt de proef af als de zon wel schijnt.

Proef bij zonlicht

- Leg het scherm op tafel.
- Laat het zonlicht recht op het scherm vallen.
- Pak één van de lenzen.
- Leg de lens op het scherm.
- Beweeg de lens langzaam naar boven.
- Het licht dat door de lens op het scherm valt, wordt steeds feller.

Let op!
Kijk niet recht in dit licht.

- Stop als je het kleinst mogelijke punt hebt gevonden. De afstand tussen het midden van de lens en het scherm is de brandpuntsafstand.
- Meet deze afstand zo nauwkeurig mogelijk (afbeelding 27).

9 De brandpuntsafstand van lens 1

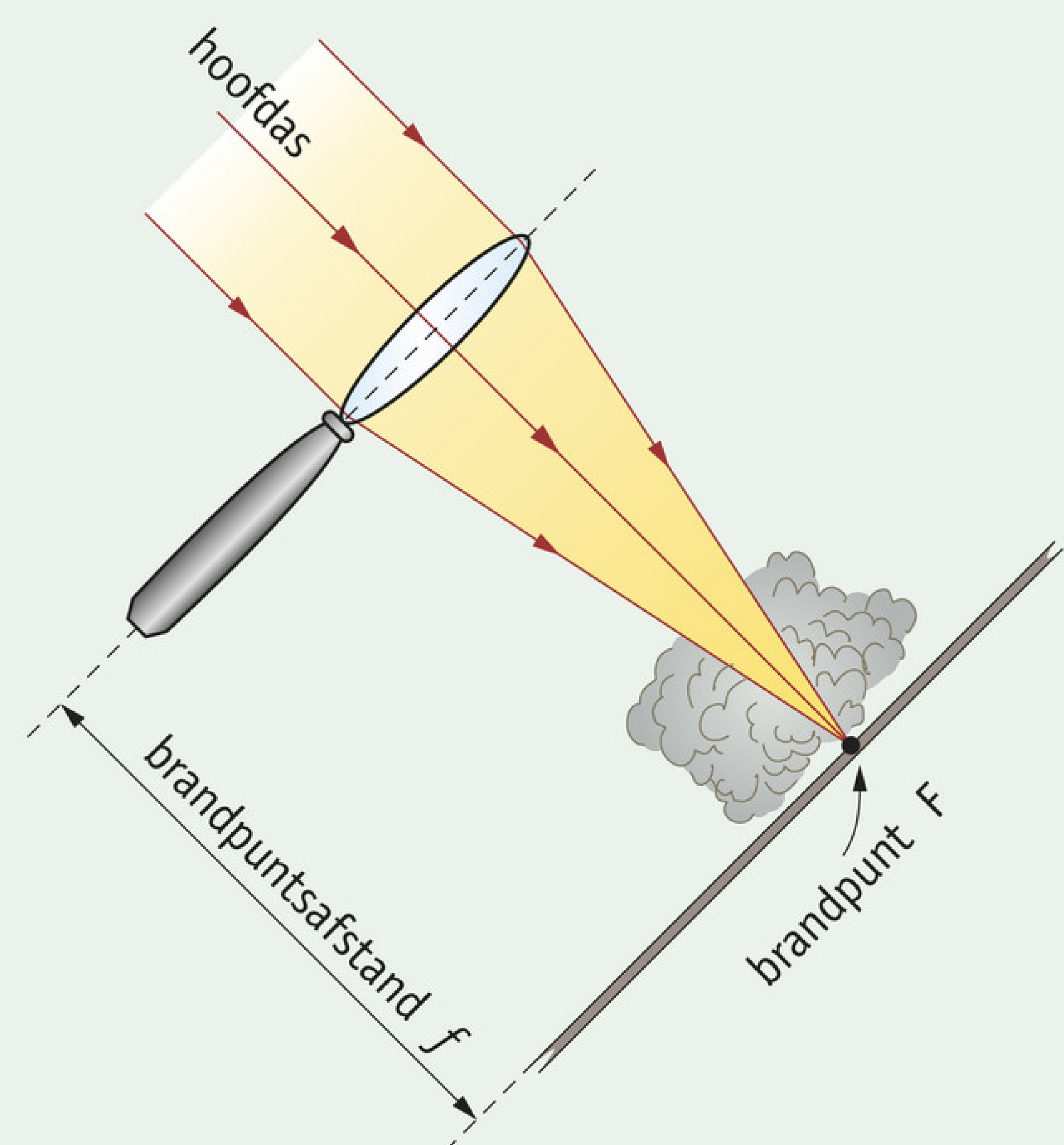
= ________________________________ mm.

- Doe de proef opnieuw met de andere lens.

10 De brandpuntsafstand van lens 2

= ________________________________ mm.

- Ruim alles netjes op.



▲ **afbeelding 27**
Zo meet je de brandpuntsafstand van een lens.

Kijken door een positieve lens

Met een positieve lens kun je het beeld vergroten of verkleinen. Hoe je het voorwerp ziet, hangt af van de afstand van het voorwerp tot de lens:

- Een voorwerp dat tussen de lens en het brandpunt staat, zie je vergroot en rechtopstaand.
- Een voorwerp dat vlak bij of op het brandpunt staat, zie je niet.
- Een voorwerp dat achter het brandpunt staat, zie je op zijn kop. Ook links en rechts zijn omgekeerd. De grootte van het beeld hangt af van de afstand tot de lens.

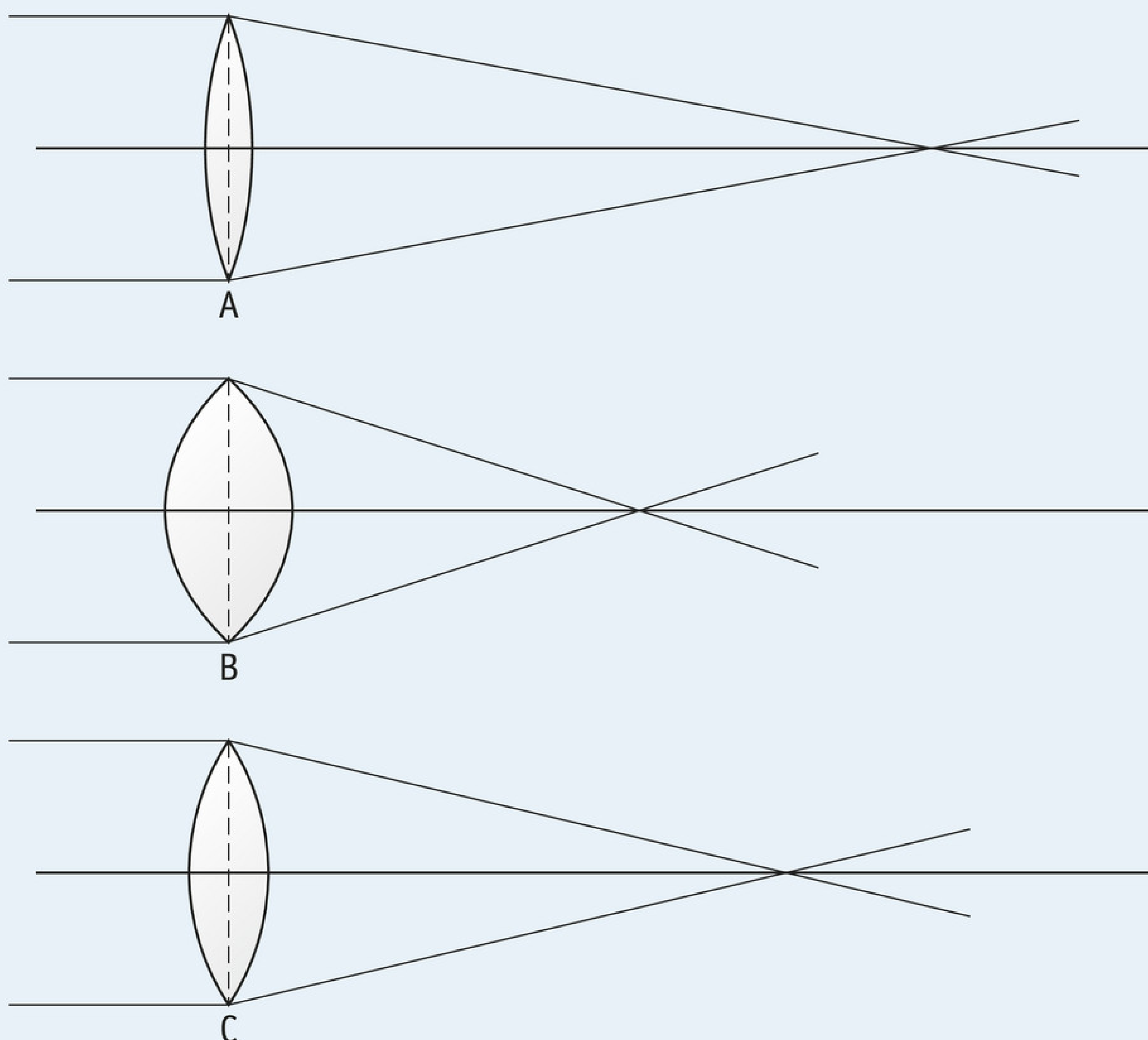
Opgaven

32 In afbeelding 28 zie je drie positieve lenzen A, B en C. Op de lenzen valt een evenwijdige lichtbundel.
Meet nauwkeurig de brandpuntsafstand van elke lens.

De brandpuntsafstand van lens A is _______ mm.

De brandpuntsafstand van lens B is _______ mm.

De brandpuntsafstand van lens C is _______ mm.



▲ **afbeelding 28**
de lenzen van vraag 32 en 33

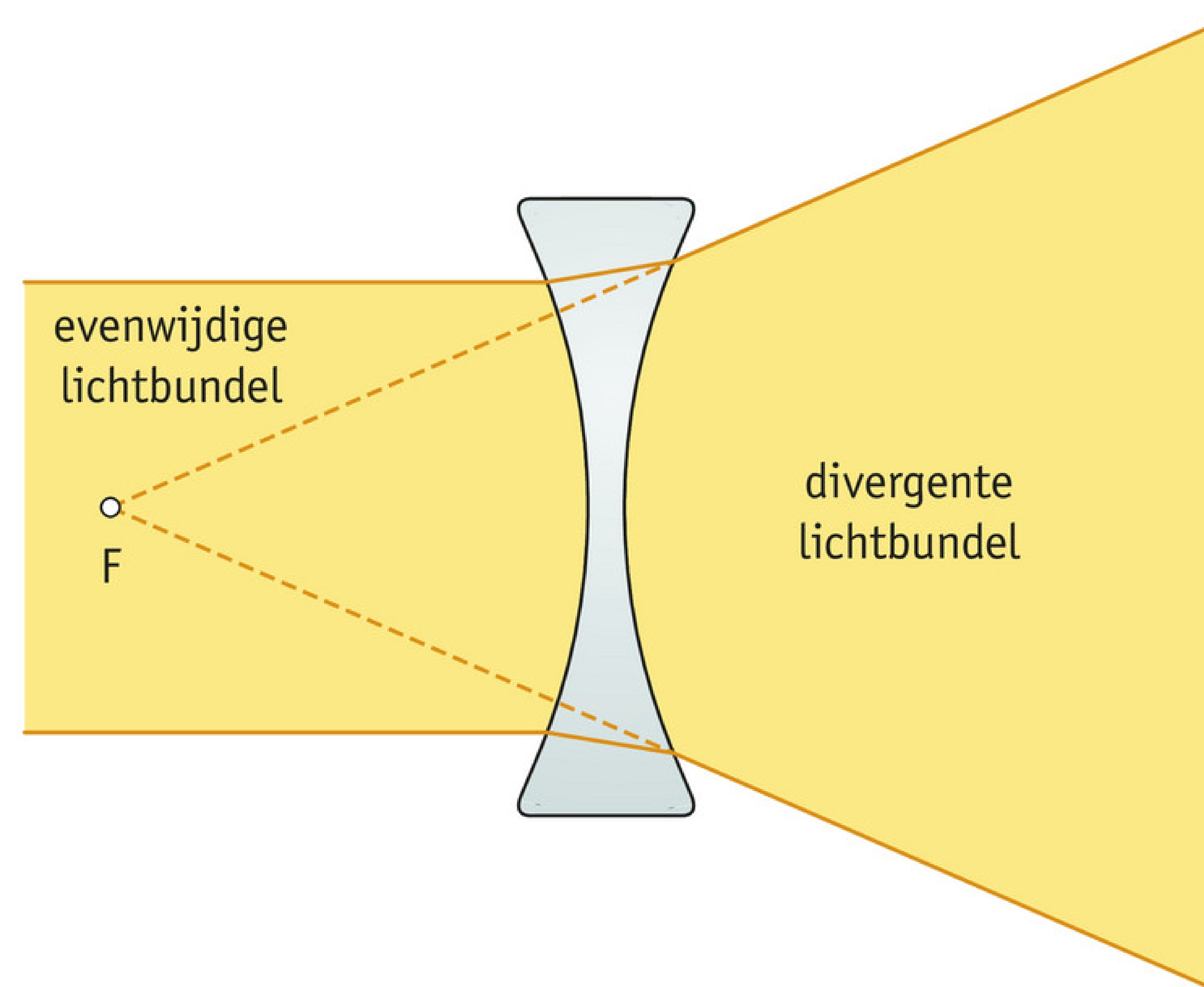
33 Kijk naar afbeelding 28.

Lens ____ is de dikste lens.
De brandpuntsafstand van deze lens is het KLEINST / GROOTST.

Lens ____ is de dunste lens.
De brandpuntsafstand van deze lens is het KLEINST / GROOTST.
Hoe boller de lens, hoe KLEINER / GROTER de brandpuntsafstand.

Negatieve lens

Een evenwijdige lichtbundel valt op een negatieve lens (afbeelding 29). In de lens breken de lichtstralen. Uit de lens komt een divergente lichtbundel (uit elkaar). Als je de lichtstralen doortekent (stippellijn), lijken ze uit één punt te komen. Dit punt is het brandpunt van de negatieve lens. Ook dit brandpunt ligt op de hoofdas.
Kijk je door een negatieve lens, dan zie je alles verkleind. Het beeld staat gewoon rechtop.



▶ **afbeelding 29**
het brandpunt van een negatieve lens

Proef 5 De negatieve lens

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 holle lens met handgreep

Uitvoering

1 Wat is een divergente lichtbundel?

___

___

- Leg de lens op de woorden 'divergente lichtbundel' van afbeelding 29.

2 Je ziet de woorden 'divergente lichtbundel' WEL / NIET door de lens.

- Beweeg de lens ongeveer 10 cm omhoog.

3 Door de lens zie je de woorden VERKLEIND / VERGROOT.

- Beweeg de lens nog 10 cm verder omhoog.

4 Het beeld dat je door de lens ziet, wordt KLEINER / GROTER.

- Beweeg de lens verder omhoog en blijf met een oog door de lens kijken.

Op een gegeven moment wordt het beeld wazig.
De afstand tussen de woorden en de lens is dan ongeveer de brandpuntsafstand van de lens.

- Beweeg de lens verder omhoog tot vlak voor je oog.
- Kijk zo door de lens naar de woorden in afbeelding 29.

5 Hoe zie je het beeld?
☐ A wazig
☐ B scherp

- Ga rechtop zitten.
- Houd de lens vast met gestrekte arm.
- Kijk door de lens naar leerlingen die ver van je af zitten.

6 Hoe zie je die leerlingen?
☐ A groter en omgekeerd
☐ B groter en rechtop
☐ C kleiner en omgekeerd
☐ D kleiner en rechtop

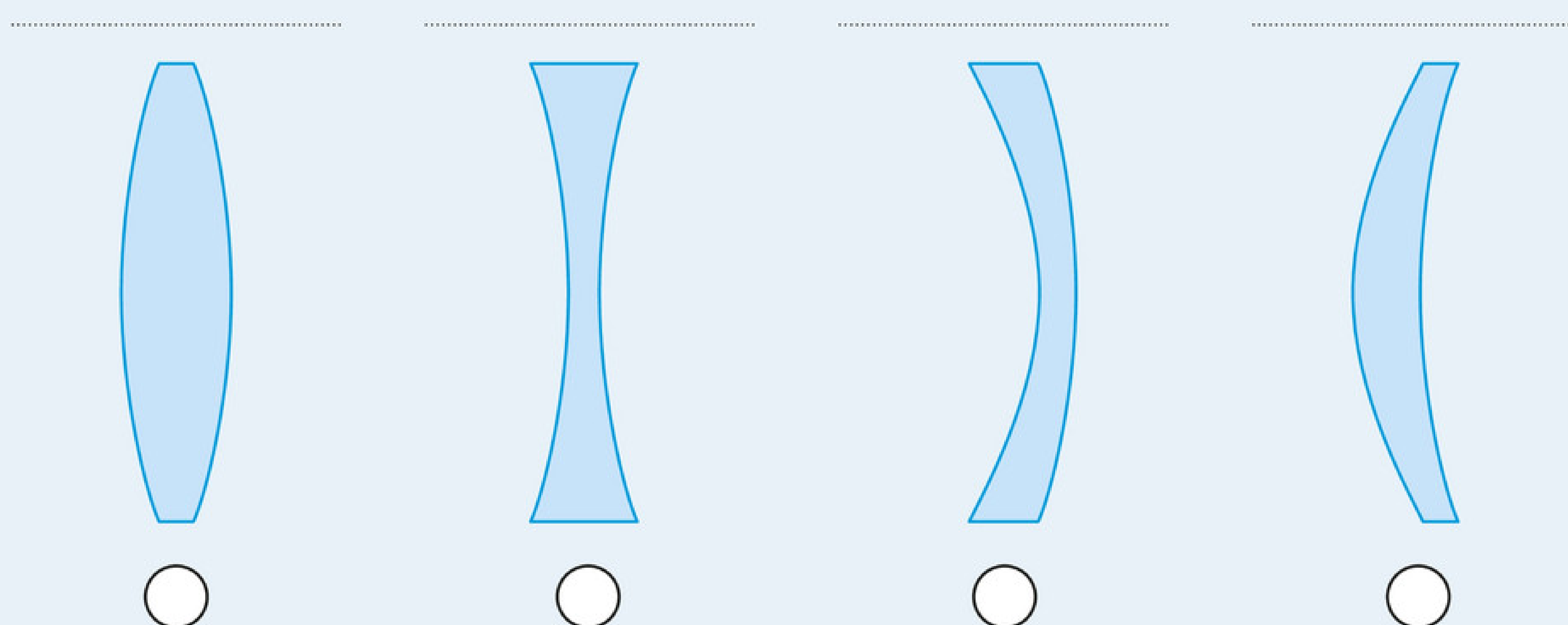
- Beweeg de lens langzaam naar je toe, tot vlak voor je oog.
  Het beeld mag niet wazig worden.

7 Wat gebeurt er met het beeld als je de lens dichterbij haalt?
☐ A Het beeld blijft rechtop en wordt steeds groter.
☐ B Het beeld blijft rechtop en wordt steeds kleiner.
☐ C Het beeld keert om en wordt steeds groter.
☐ D Het beeld keert om en wordt steeds kleiner.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

34 In afbeelding 30 zie je vier lenzen.
Zet boven de bolle lenzen het woord *positief* en in de cirkel eronder een + (plus = positief).
Zet boven de holle lenzen het woord *negatief* en in de cirkel eronder een – (min = negatief).



▲ **afbeelding 30**
vier lenzen

+35 Van vier lenzen is de brandpuntsafstand gegeven:
- Lens 1: brandpuntsafstand +20 cm.
- Lens 2: brandpuntsafstand –20 cm.
- Lens 3: brandpuntsafstand +150 mm.
- Lens 4: brandpuntsafstand –150 mm.

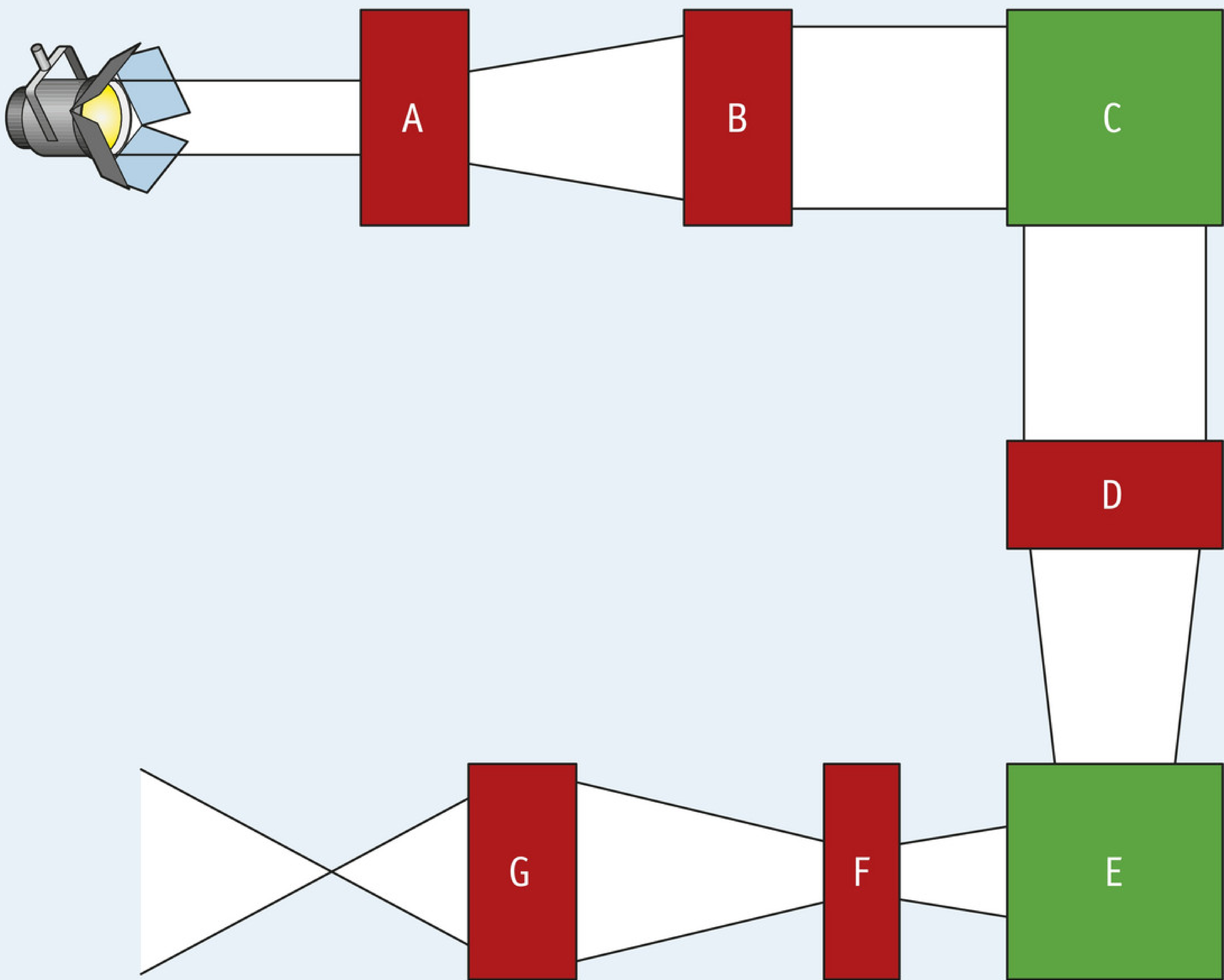
a Welke van deze vier lenzen zijn bol?

Lens ____ en lens ____ zijn bol.

b Welke lenzen zijn hol?

Lens ____ en lens ____ zijn hol.

36 In afbeelding 31 zie je een schijnwerper. Uit deze schijnwerper komt een lichtbundel. De lichtbundel gaat door zeven dozen. In de dozen C en E zitten vlakke spiegels. In de andere dozen zitten lenzen. Een lichtbundel gaat een doos in waarin een lens zit. Als de lichtbundel uit de doos komt, is hij veranderd.
- Kleur alle convergente lichtbundels in de afbeelding rood.
- Kleur alle divergente lichtbundels blauw.
- Kleur de evenwijdige lichtbundels geel.



▲ **afbeelding 31**
In de rode dozen zitten lenzen.

37 Kruis in tabel 2 aan wat voor lens in de doos zit.

▼ **tabel 2** Wat voor lens zit in de doos?

lens in:	positief	negatief
doos A		
doos B		
doos D		
doos F		
doos G		

Werken met lenzen

Opleiding medewerker werkplaats optiek niveau 2 of 3

Bijna tien miljoen mensen in Nederland dragen een bril of contactlenzen. Als medewerker optiek help je mensen aan de juiste bril of lenzen. De medewerker in de werkplaats doet het technische werk achter de schermen. Je voert reparaties uit aan brillen. Daarbij werk je met speciale gereedschappen. Je moet erg precies zijn. Ook kun je de glazen voor een bril op de goede manier slijpen en in een bril zetten.



▲ **afbeelding 32**
een lens controleren

Onthouden!

Een bolle lens is een positieve lens.
Een positieve lens breekt lichtstralen naar elkaar toe (convergent).
Evenwijdige lichtstralen door een positieve lens komen samen in het brandpunt.
Na het brandpunt lopen de lichtstralen uit elkaar (divergent).
Een positieve lens kan het beeld vergroten of verkleinen.

Een holle lens is een negatieve lens.
Een negatieve lens breekt lichtstralen van elkaar af (divergent).
Na breking lijken de lichtstralen uit het brandpunt voor de lens te komen.
Een negatieve lens verkleint het beeld.

De brandpuntsafstand is de afstand tussen de lens en het brandpunt.
Het brandpunt ligt altijd op de hoofdas.

4 Een reëel beeld tekenen

Een lens maakt een beeld van de werkelijkheid. In een schematische tekening zie je de werking van de lens.

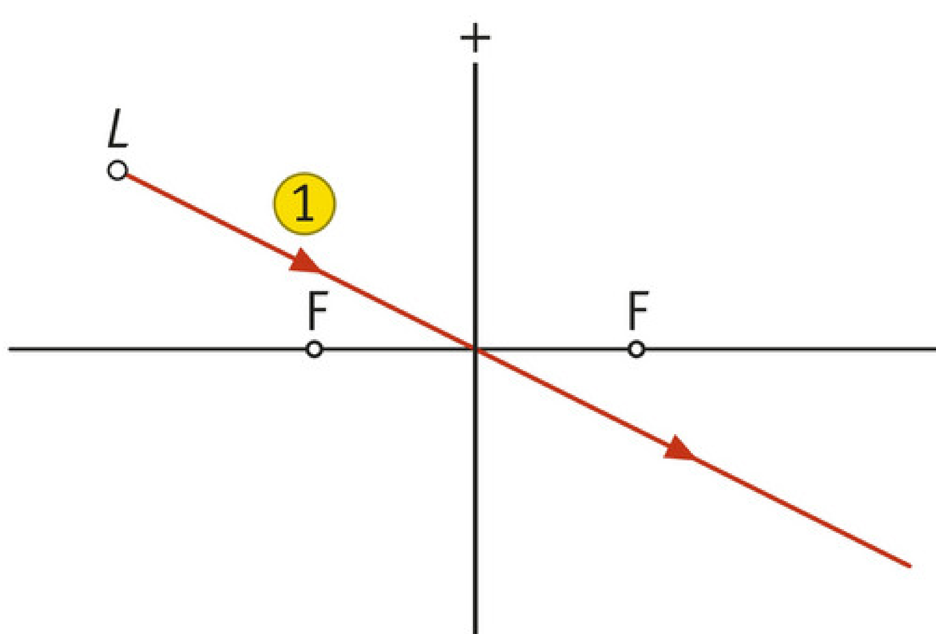
Construeren

In afbeelding 33 zie je een technische tekening van een **lichtpunt** (*L*) en een positieve lens. De letter F is het brandpunt van de lens. Uit punt *L* loopt een lichtstraal door het midden van de lens. Deze lichtstraal gaat rechtdoor (hij wordt niet gebroken).

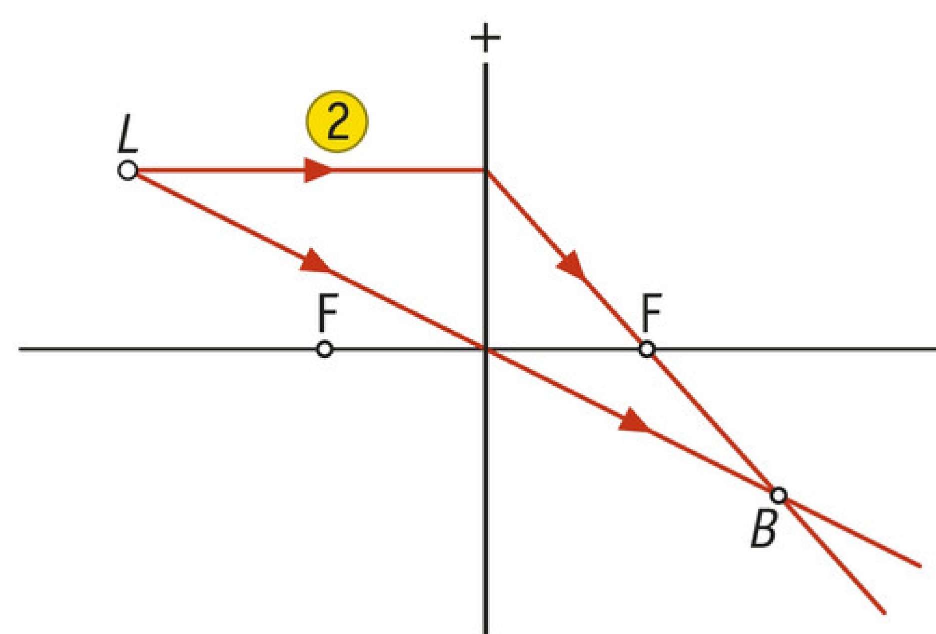
In afbeelding 34 loopt een tweede lichtstraal evenwijdig aan de hoofdas naar de lens. Deze lichtstraal wordt wel door de lens gebroken. Na breking gaat deze lichtstraal door het brandpunt.

Construeren is een nauwkeurige tekening maken van lichtstralen door een lens. De lichtstralen 1 en 2 heten **constructiestralen**.

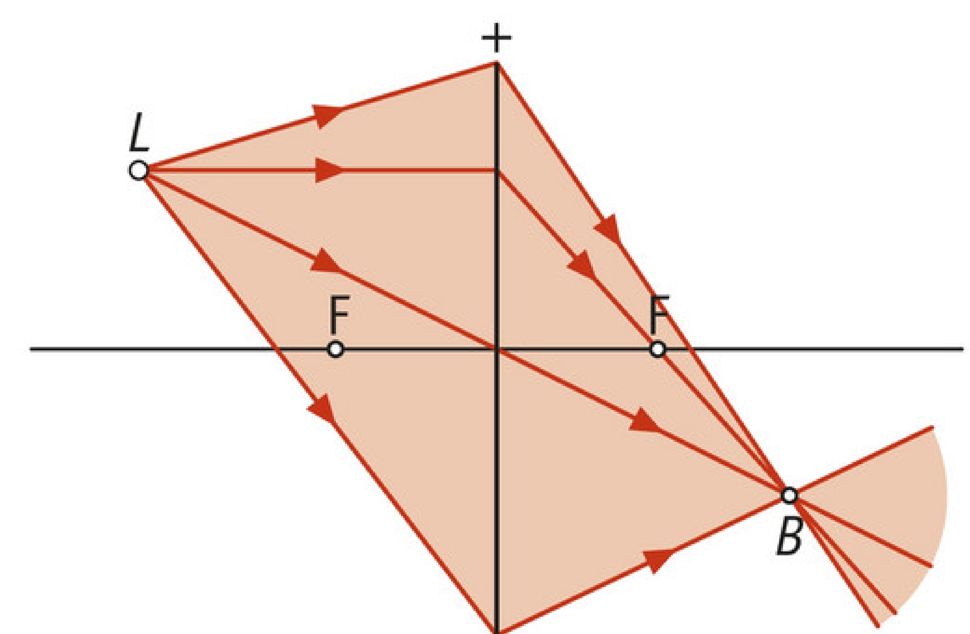
De constructiestralen snijden elkaar na de lens. Dit snijpunt noem je het **beeldpunt** (*B*). Zet je op deze plaats een scherm, dan zie je een scherp beeld van lichtpunt *L*. Alle lichtstralen uit punt *L* snijden elkaar in punt *B* (afbeelding 35).



▲ afbeelding 33
lichtstraal 1 door het midden van de lens



▲ afbeelding 34
lichtstraal 2 evenwijdig aan de hoofdas



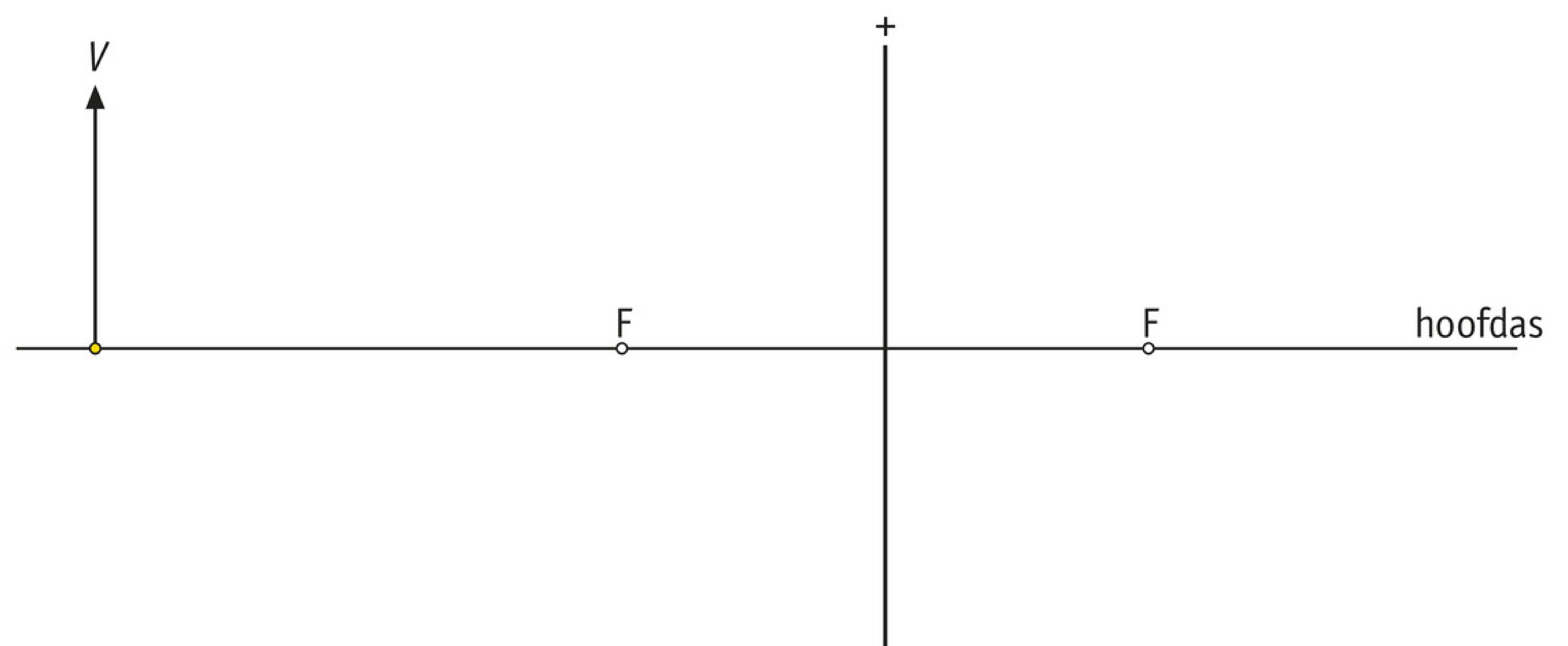
▲ afbeelding 35
Alle lichtstralen snijden elkaar in *B*.

Een reëel beeld

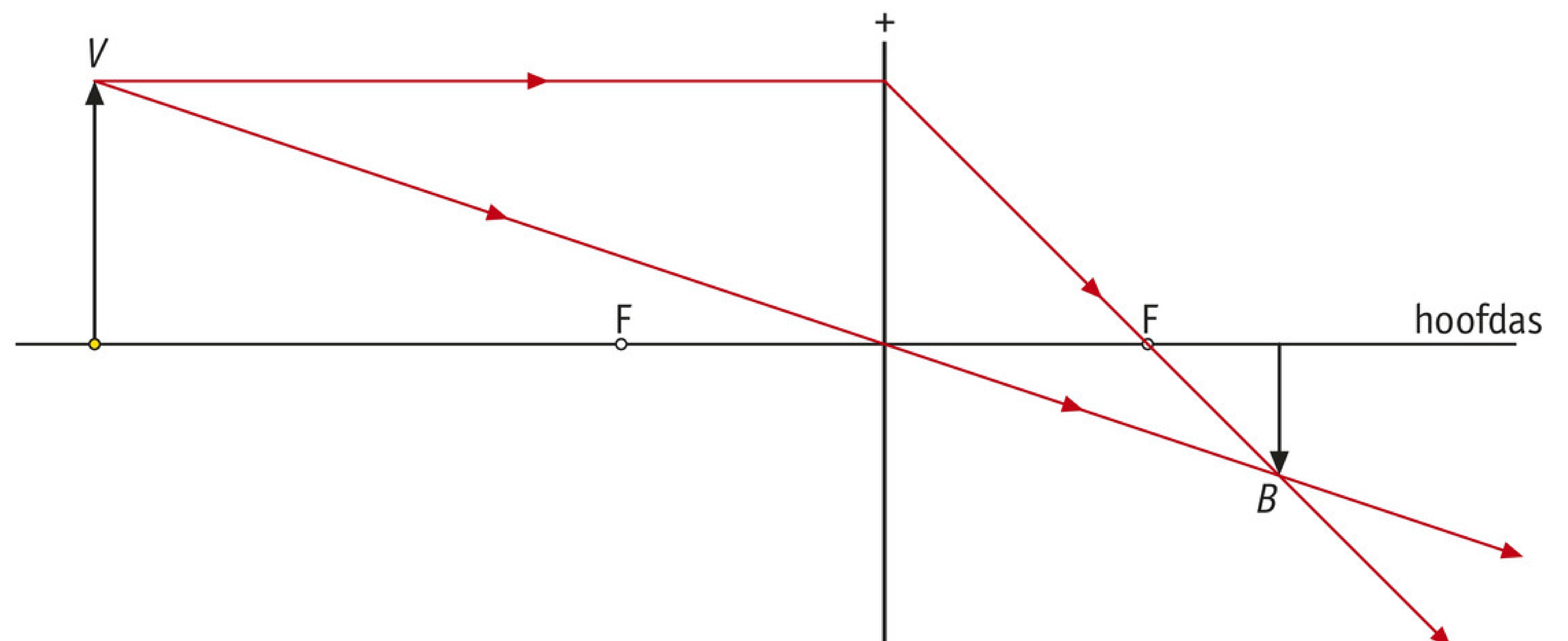
Met twee constructiestralen kun je al een juist beeld tekenen van een voorwerp. Zo'n beeld noem je een **reëel beeld**. Dat betekent dat het beeld er precies hetzelfde uitziet als het voorwerp. Het beeld kan groter, kleiner of even groot zijn als het voorwerp.

Construeren van een reëel beeld gaat in vijf stappen:

1 Teken op de hoofdas het voorwerp *V* als een pijl. De pijl begint op de hoofdas en staat rechtop. De pijlpunt *V* is de top van het voorwerp (afbeelding 36).
2 Teken de lens en de brandpunten op schaal (afbeelding 36).
3 Teken de twee constructiestralen vanuit de top van *V* (afbeelding 37).
4 Zet een *B* bij het punt waar de stralen elkaar snijden. *B* is de top van het beeld. Het beeld begint op de hoofdas en staat dus op zijn kop.
5 Teken het beeld.

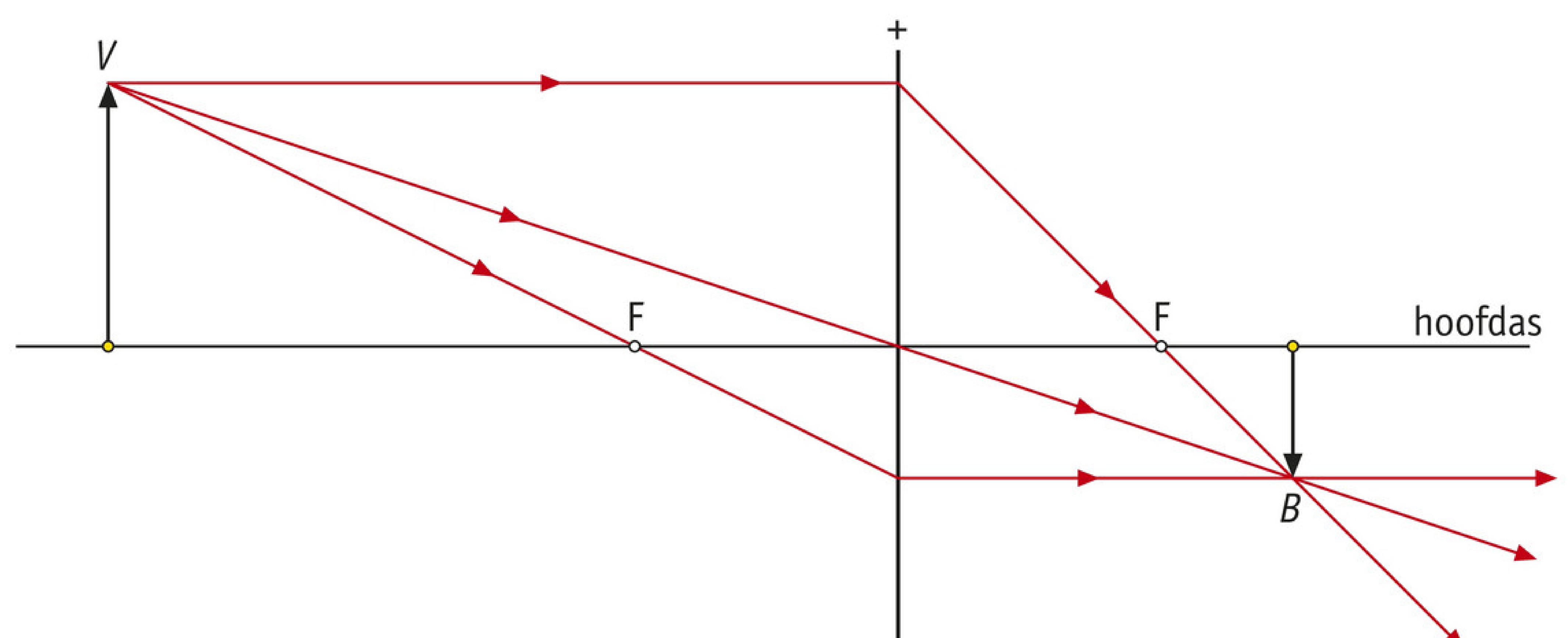


▶ **afbeelding 36**
Teken op de hoofdas voorwerp *V*, de lens en de brandpunten.



▶ **afbeelding 37**
Teken de twee constructiestralen vanuit *V*.

Er is nog een derde constructiestraal. De derde straal gaat eerst door het brandpunt en na breking evenwijdig aan de hoofdas (afbeelding 38). Je hebt twee van de drie constructiestralen nodig om het beeld te vinden. Welke twee stralen je tekent, mag je zelf kiezen. Met de derde straal kun je de tekening controleren. Als de drie constructiestralen door één punt gaan (*B*), is je constructie goed.

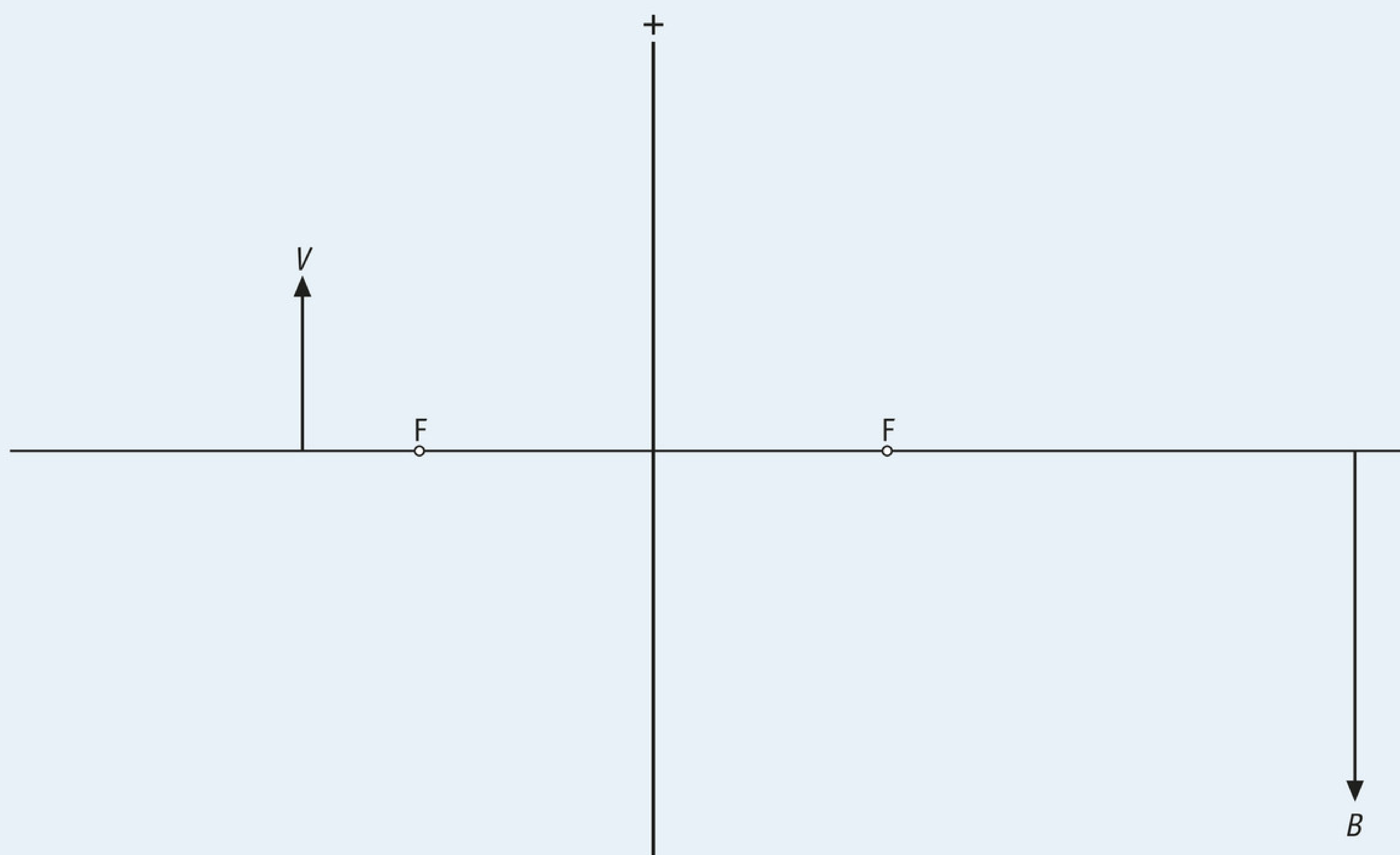


▶ **afbeelding 38**
de drie constructiestralen

Bij construeren moet je nauwkeurig werken:
- Gebruik een liniaal of geo-driehoek.
- Teken met potlood en trek dunne strakke lijnen.
- Maak je een fout, dan goed uitgummen en opnieuw beginnen.

Opgaven

38 In afbeelding 39 zie je een positieve lens. Voorwerp *V* staat vóór de positieve lens.
B is het beeld van het voorwerp op een scherm.
Construeer twee lichtstralen (drie mag ook).



▲ **afbeelding 39**
beeldconstructie bij opgave 38

39 Geef in afbeelding 39 de richting van de lichtstralen aan met pijltjes.

40 Hoe lang is voorwerp *V*?

____

41 Hoe lang is beeld *B*?

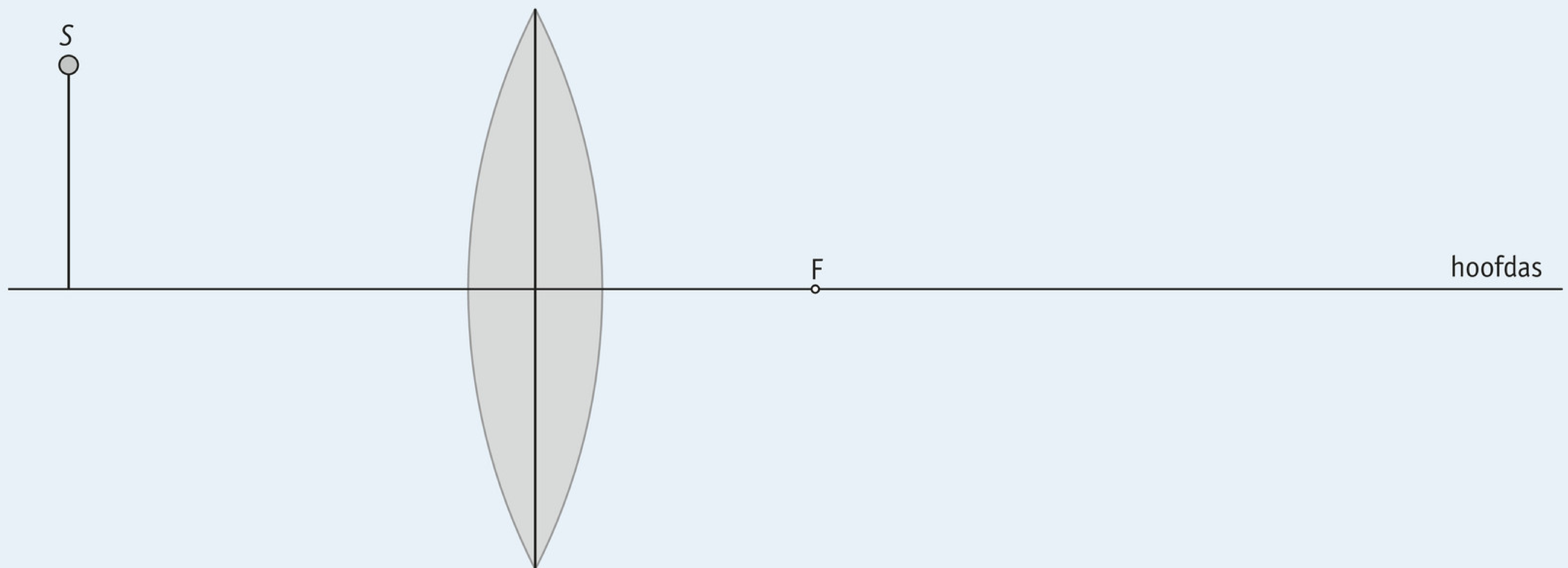
____

42 Het beeld is GROTER / KLEINER dan het voorwerp.

+43 Hoeveel keer groter of kleiner dan het voorwerp is het beeld?

Het beeld is ____________ : ____________ = ______________ dan het voorwerp.

44 Voor de lens van afbeelding 40 staat een speld. In de afbeelding staat bij de speld de letter *S*.
- **a** Construeer het beeld van *S*.
- **b** Teken het beeld van de speld.
- **c** Geef met pijltjes de richting van de lichtstralen aan.



▲ **afbeelding 40**
beeldconstructie bij opgave 44

45 Het beeld is VERKLEIND / VERGROOT.
Het beeld staat RECHTOP / OMGEKEERD.

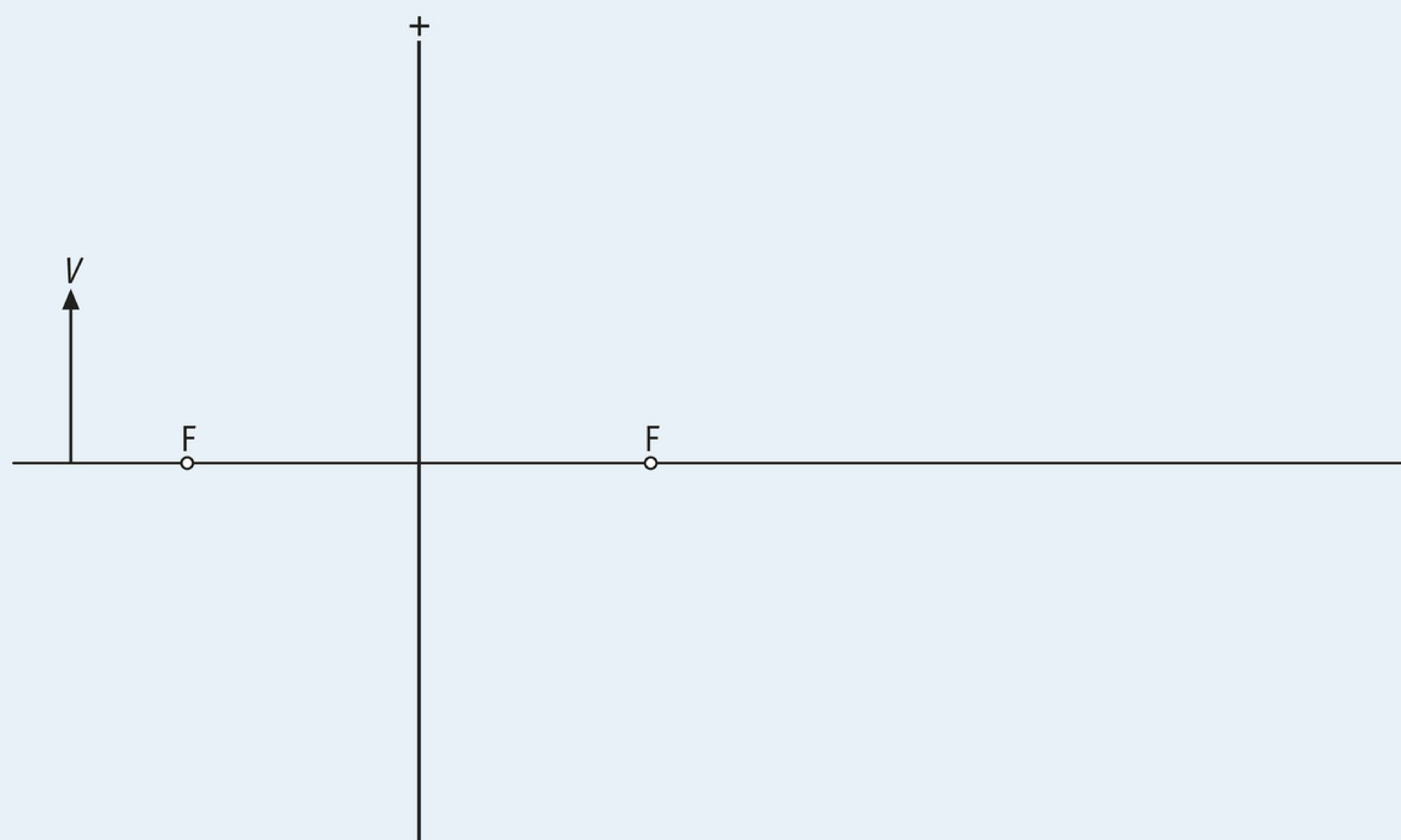
46 De lengte van speld *S* is __________ mm.

+47 De lengte van het beeld is __________ mm.

48 Hoeveel keer groter of kleiner dan het voorwerp is het beeld?

Het beeld is ______________________ : ______________________ = ____________________________
dan het voorwerp.

49
- **a** Construeer het beeld van voorwerp *V* in afbeelding 41.
- **b** Teken het beeld.
- **c** Geef de richting van de lichtstralen aan.



▶ **afbeelding 41**
beeldconstructie bij opgave 49

50 De lengte van voorwerp *V* is ______ mm.

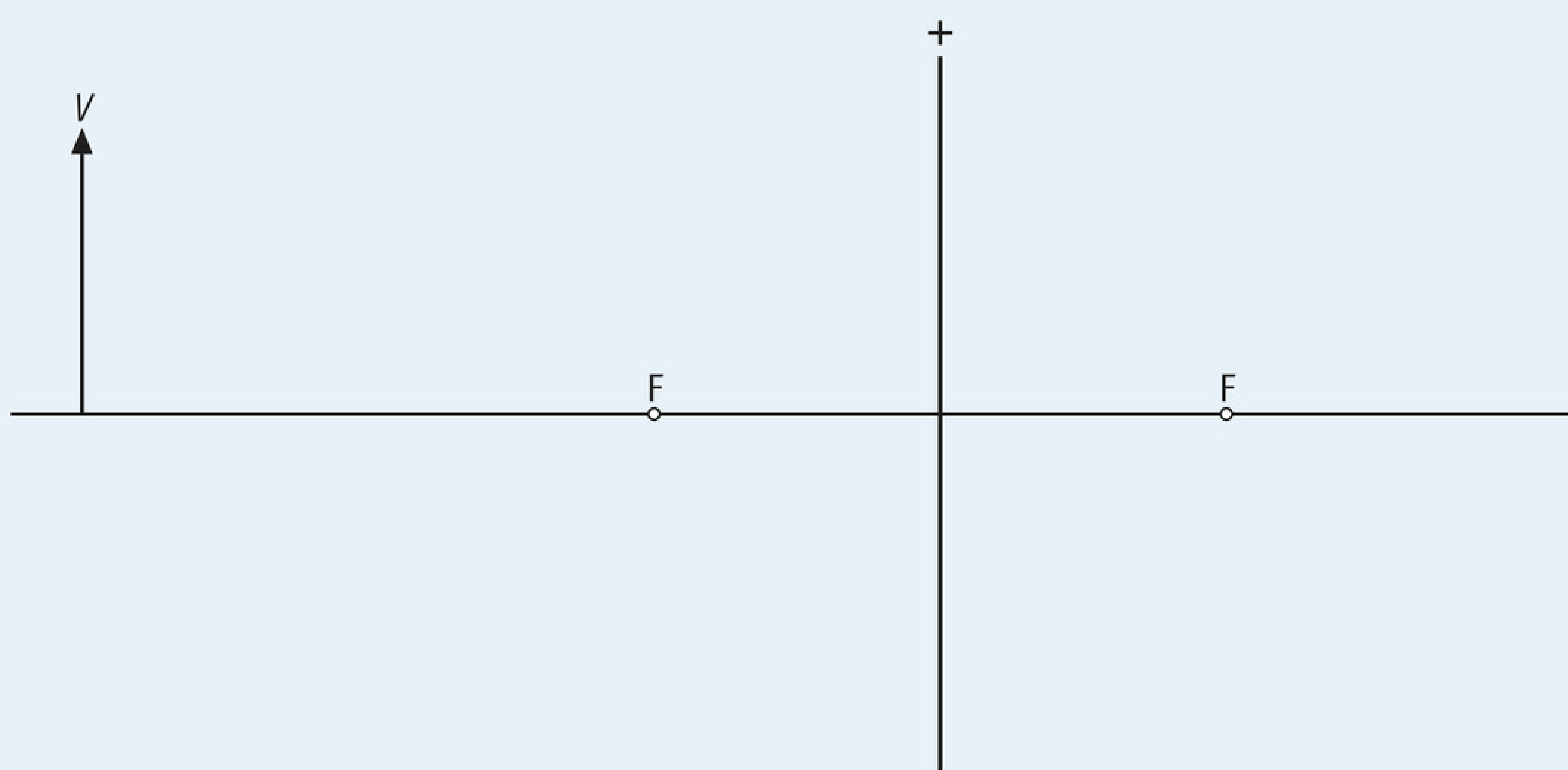
51 De lengte van het beeld is ______ mm.

52 Het beeld is GROTER / KLEINER dan het voorwerp.

+53 Hoeveel keer groter of kleiner dan het voorwerp is het beeld?

Het beeld is ________________ : ________________ = ______________________ dan het voorwerp.

54 a Construeer het beeld van voorwerp *V* in afbeelding 42.
b Teken het beeld.
c Geef de richting van de lichtstralen aan.



▲ **afbeelding 42**
beeldconstructie bij opgave 54

55 De lengte van het voorwerp = ______ mm.

56 De lengte van het beeld is ______ mm.

57 Het beeld is GROTER / KLEINER dan het voorwerp.

+58 Hoeveel keer groter of kleiner dan het voorwerp is het beeld?

Het beeld is ______________ : ______________ = ______________________ dan het voorwerp.

Onthouden!

Construeren is een nauwkeurige tekening maken van lichtstralen door een lens.
Met twee constructiestralen vind je de plaats en de grootte van het beeld.
Een reëel beeld ziet er hetzelfde uit als het echte voorwerp.
Een reëel beeld is groter dan, kleiner dan of even groot als het echte voorwerp.

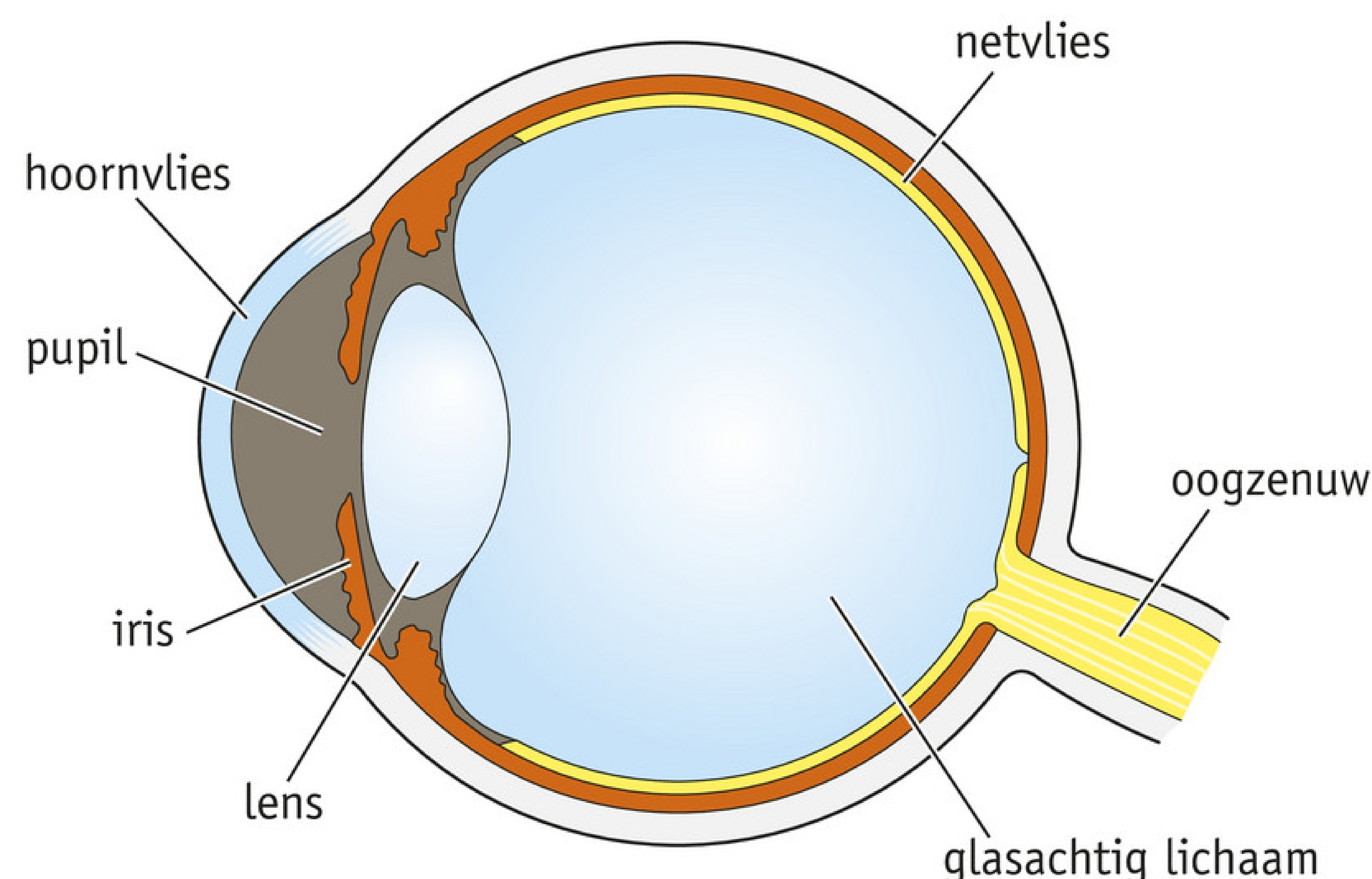
5 Het oog

Om je heen zie je voorwerpen in alle kleuren. In je oog vallen de lichtstralen die het voorwerp weerkaatst.

De bouw van het oog

In afbeelding 43 zie je een doorsnede van een oog.
Licht dat in je oog valt, gaat eerst door het **hoornvlies**. Dit is het buitenste beschermlaagje van je oog. Daarna gaat het licht door de **pupil** (het zwarte rondje). De pupil is een opening in de voorkant van je oog. Rond de pupil zit de **iris**. Dit is het gekleurde deel van je oog (bruin, blauw of groengrijs).

Het licht gaat verder door de **ooglens** en het **glasachtig lichaam**. De ooglens zorgt voor een scherp beeld. Het glasachtig lichaam is de vulling van je oog. Achter in het oog ligt het **netvlies**. De lichtstralen die op het netvlies vallen, vormen een beeld. De **oogzenuw** geeft dat beeld door aan je hersenen.



▶ **afbeelding 43** doorsnede van een oog

Als het oog goed werkt, valt er een scherp beeld op het netvlies. Bij sommige mensen werkt het oog niet goed. Zij dragen een bril of lenzen. Daardoor zien ze toch scherp.

In het netvlies zitten lichtgevoelige cellen. Valt er licht op deze cellen, dan geven de cellen een kleine elektrische stroom. Die stroompjes gaan door de oogzenuw naar de hersenen. Zo wordt het beeld van je oog doorgegeven aan de hersenen.

Opgaven

59 Kijk je buurman of buurvrouw in zijn of haar ogen.
Kijk naar de pupillen. De kleur van de pupillen is zwart.
De pupil ligt in de iris. De iris heeft wel een kleur.
Welke kleur heeft de iris van je buurman of buurvrouw?

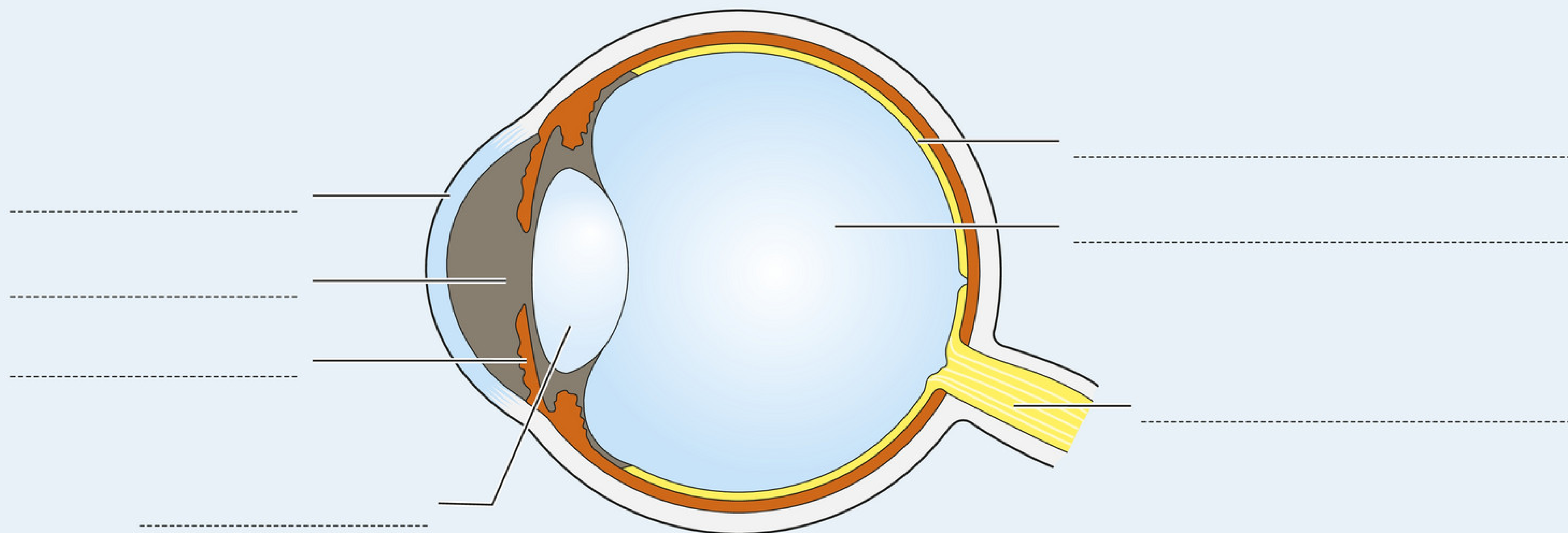
____

60 Kijk naar de antwoorden van een aantal klasgenoten.
Heeft iedereen dezelfde kleur iris? JA / NEE

61 Wat betekent het als iemand zegt: 'Jolanda heeft mooie bruine ogen'?
- ☐ A Dat betekent dat de irissen van haar ogen bruin zijn.
- ☐ B Dat betekent dat de pupillen van haar ogen bruin zijn.
- ☐ C Dat betekent dat de lenzen van haar ogen bruin zijn.

62 Hoe komt het beeld van het netvlies naar de hersenen?
- ☐ A door kleine elektrische stroompjes
- ☐ B door kleine lichtstroompjes
- ☐ C door licht dat rechtstreeks in de hersenen komt
- ☐ D door lichtgolven in de oogzenuw

63 In afbeelding 44 zie je de doorsnede van een oog. Schrijf de goede namen bij de delen van het oog.
Kies uit: *glasachtig lichaam – hoornvlies – iris – lens – netvlies – oogzenuw – pupil*.



▲ **afbeelding 44**
doorsnede van een oog

64 Langs welke weg gaat licht door je oog?
Vul de ontbrekende woorden in.

Het licht gaat eerst door het ______________________, dan door de

______________________. Daarna gaat het licht door de ______________________

en dan door het ______________________.

Ten slotte valt het licht op het ______________________.



▲ afbeelding 45
grote pupillen

Voldoende licht en een scherp beeld

De pupil regelt hoeveel licht er in het oog valt. Als er veel licht is, wordt de pupil klein. Hij laat dan minder licht door. Daardoor komt er niet te veel licht op het netvlies. Als er weinig licht is, wordt de pupil groot. Zo komt er toch genoeg licht in het oog. Bij katten kun je dit goed zien (afbeelding 45 en 46).



▶ afbeelding 46
kleine pupillen

De ooglens is een positieve lens. Aan de ooglens zitten kleine spiertjes. Die spiertjes kunnen de lens platter of boller maken. Om dichtbij scherp te zien, wordt de ooglens boller. Om veraf scherp te zien, wordt de ooglens platter. Deze verandering van je ooglens heet **accommoderen**. Hiermee zorgt je oog voor een scherp beeld van de dingen waar je naar kijkt.

Proef 6 De werking van de pupillen van je oog

Wat je nodig hebt

☐ 1 spiegel

Uitvoering

Doe de proef in een normaal verlicht lokaal.
Als je een bril draagt, zet hem dan af tijdens de proef.

Lees eerst wat je moet doen:

- Neem de spiegel in één hand en kijk erin.
- Let op de grootte van je pupillen.
- Sluit je ogen.
- Houd je vrije hand voor je ogen.
- Tel rustig tot 10.
- Open daarna je ogen en kijk direct in de spiegel.
- Let weer op de grootte van je pupillen.

- Voer de stappen uit die hiervoor staan.

1 Als je je ogen opendoet, zijn je pupillen GROOT / KLEIN.

2 Direct daarna worden ze GROTER / KLEINER.

- Doe de proef nog één of meerdere keren om duidelijk het verschil te zien.

3 Wanneer is het donkerder, met of zonder hand voor je ogen?
Het is donkerder MET / ZONDER hand voor je ogen.

4 Zijn je pupillen groot of klein in het donker?

In het donker zijn mijn pupillen ______________________.

5 Wanneer zijn pupillen klein?
Pupillen zijn klein in het LICHT / DONKER.

Tijdens de proef verandert er ook iets aan de binnenste rand van je iris.
Weet je het antwoord op de volgende vragen niet, doe de proef nog eens en let nu op de binnenste rand van de iris.

6 Wat gebeurt er met de iris als de pupil kleiner wordt?
Dan wordt de iris GROTER / KLEINER.

7 Wat gebeurt er met de pupil als de iris kleiner wordt?
Dan wordt de pupil GROTER / KLEINER.

8 Bekijk de kleur van je irissen in de spiegel.
Welke kleur ogen heb je?

____

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

65 Als je een boek leest, kijk je naar iets wat DICHTBIJ / VERAF is.
Je ooglenzen zijn dan BOL / PLAT.

66 Je kijkt van je boek op naar buiten. In de verte zie je een vogel.

Om de vogel scherp te kunnen zien, moeten je ooglenzen ______________________.
Om ver te zien zijn je ooglenzen BOL / PLAT.

67 Hoe zien je pupillen en ooglenzen eruit als je een boek leest bij weinig licht?

Bij weinig licht zijn je pupillen ______________ en je ooglenzen ______________.

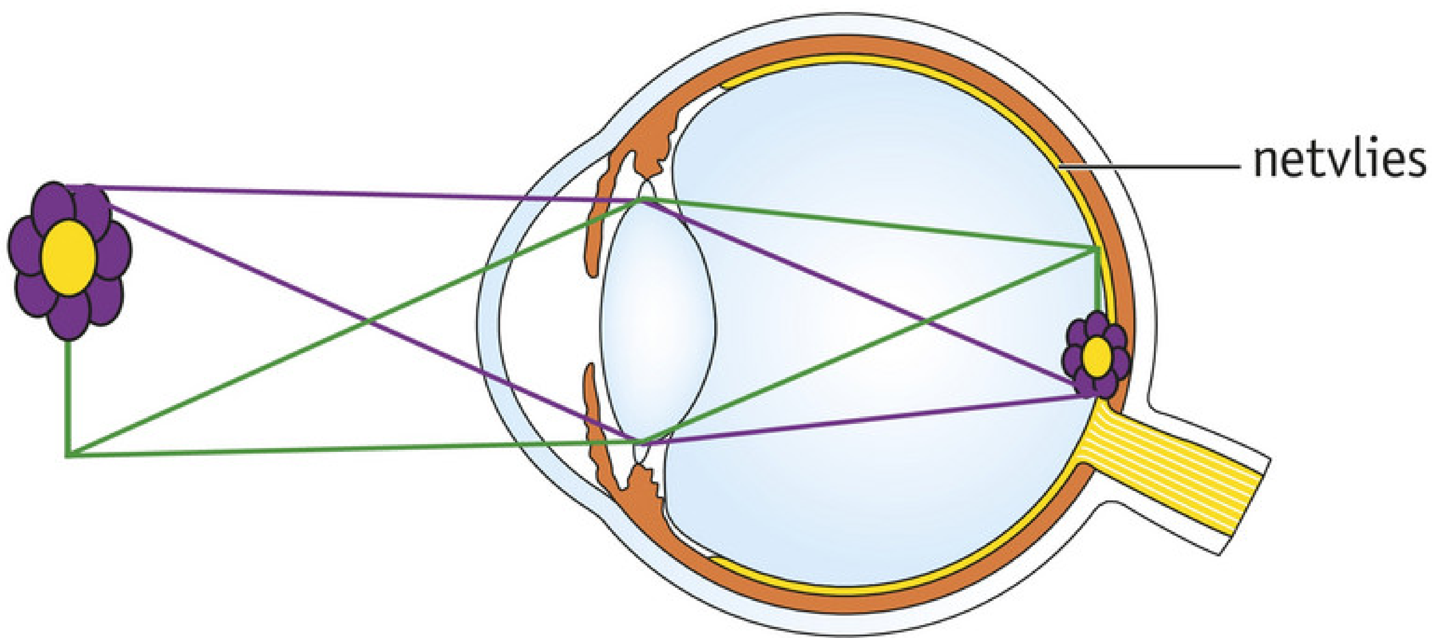
68 Wat gebeurt er als je ogen accommoderen?

____

____

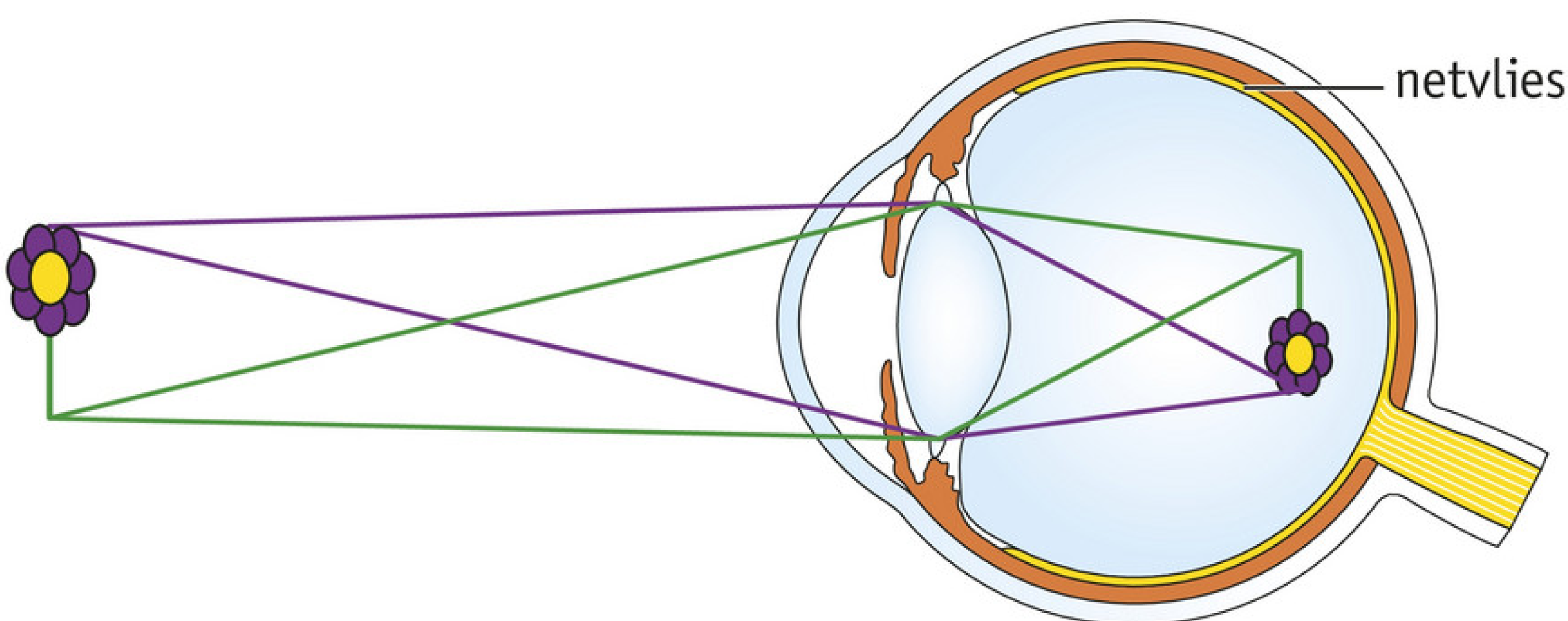
Bijziend en verziend

Iemand die scherp ziet, is **goedziend**. In een goedziend oog valt het beeld altijd precies op het netvlies. In afbeelding 47 zie je een goedziend oog. De lichtstralen vanuit het bovenste en het onderste punt van de bloem naar het beeld zijn getekend. Je ziet dat het beeld verkleind en op zijn kop op het netvlies komt.

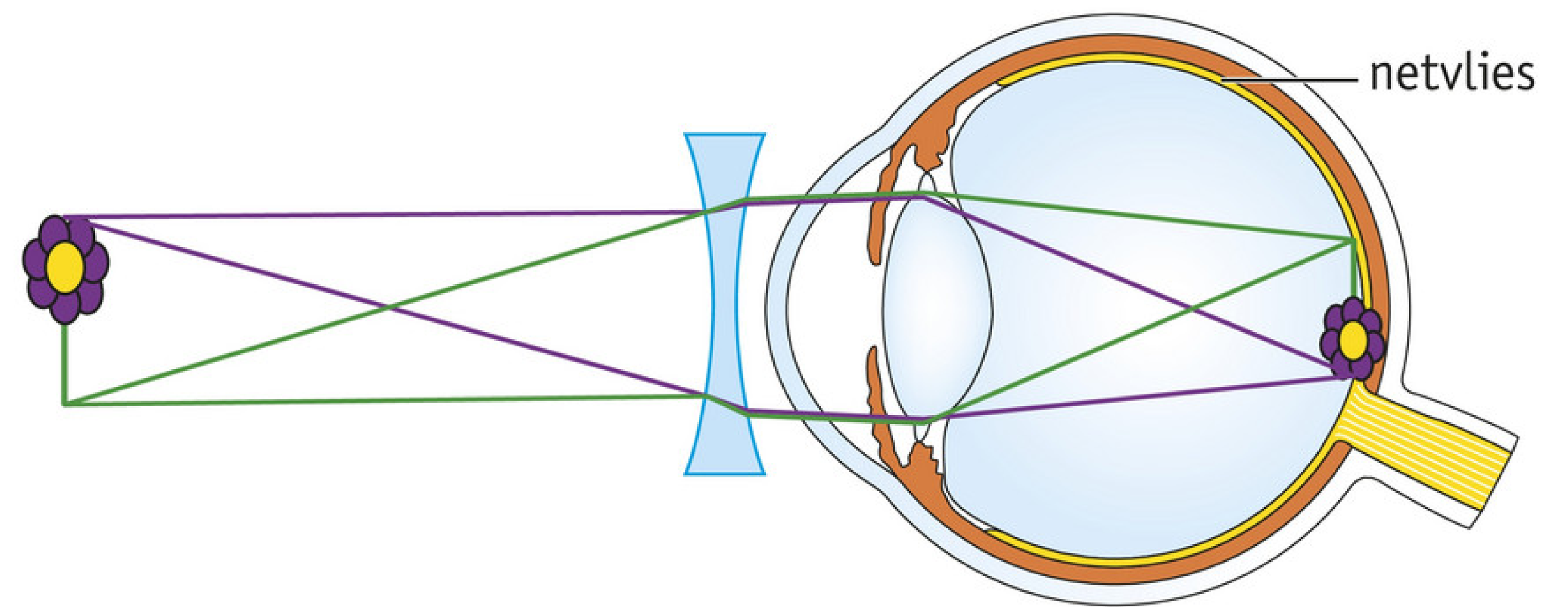


▲ **afbeelding 47**
een goedziend oog

Mensen die niet goed zien, kunnen bijziend zijn of verziend. **Bijziend** betekent dat het beeld vóór het netvlies valt (afbeelding 48a). Dat komt doordat de ooglens te bol is. Om toch scherp te kunnen zien, is een bril met negatieve lenzen nodig. Dit zie je in afbeelding 48b. Mensen die bijziend zijn, zien dichtbij goed en veraf slecht.



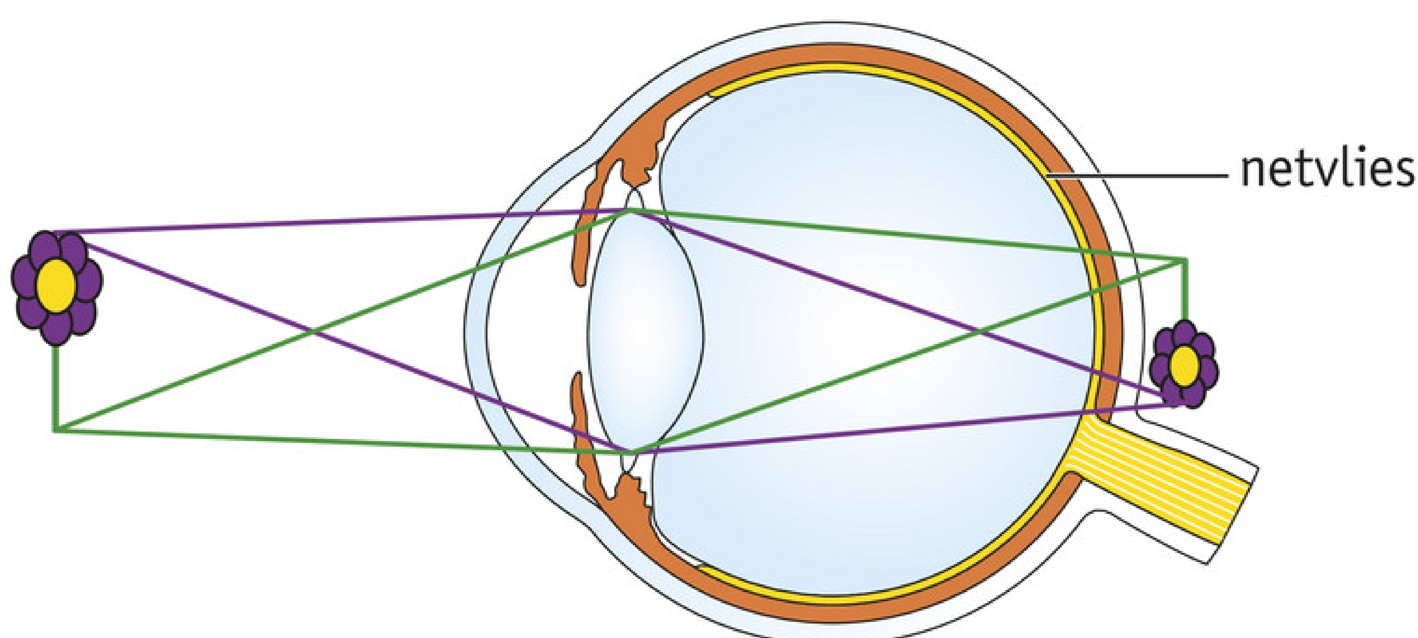
(a) bijziend



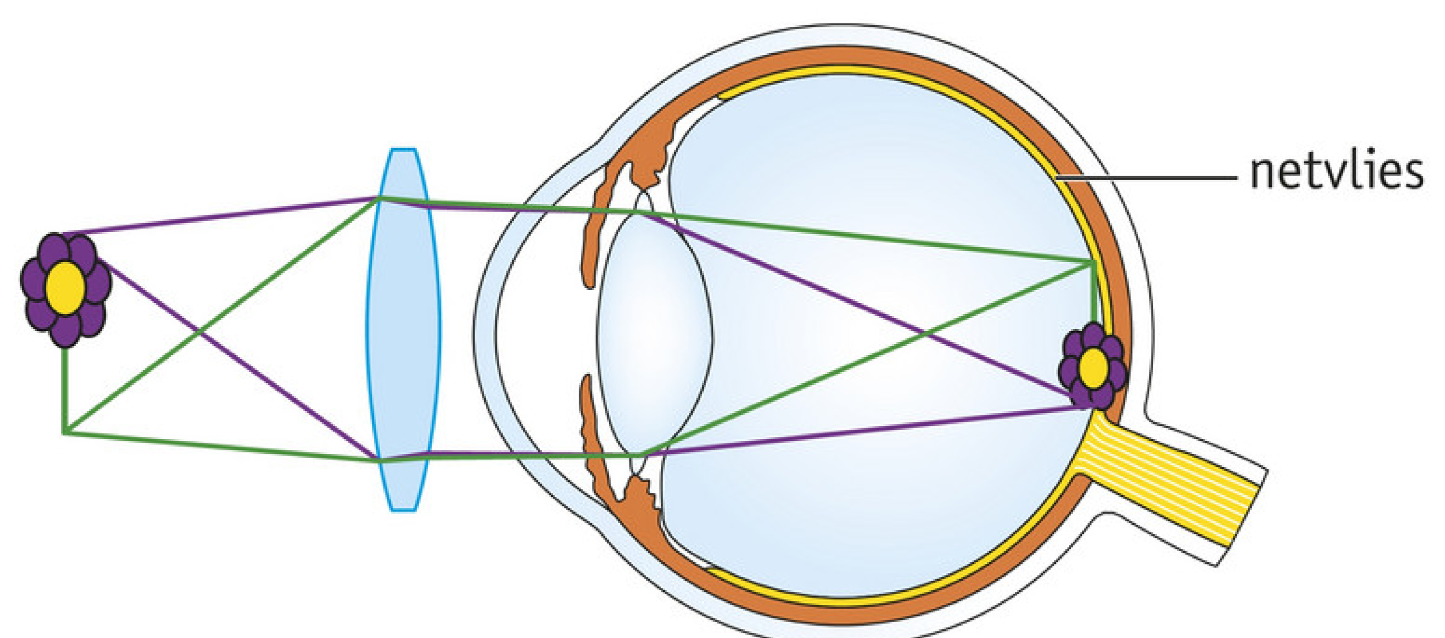
(b) bijziend met bril

▲ **afbeelding 48**
bijziend

Verziend betekent dat het beeld achter het netvlies valt (afbeelding 49a). Dat komt doordat de ooglens te plat is. Om toch scherp te kunnen zien, is een bril met positieve glazen nodig. Dit zie je in afbeelding 49b. Mensen die verziend zijn, zien veraf goed en dichtbij slecht.



(a) verziend



(b) verziend met bril

▲ **afbeelding 49**
verziend

Opgaven

69 Ferdi kan niet scherp zien.
Dat betekent dat het beeld niet goed op zijn NETVLIES / HOORNVLIES valt.

70 Wat moet Ferdi doen om toch goed te kunnen zien?

____

71 Hoe noem je iemand die zowel dichtbij als veraf scherp ziet?
- ☐ A bijziend
- ☐ B goedziend
- ☐ C slechtziend
- ☐ D verziend

72 Connie draagt negatieve contactlenzen, omdat ze BIJZIEND / VERZIEND is.
Zonder contactlenzen ziet Connie alleen DICHTBIJ / VERAF goed.

73 Liese draagt een bril met positieve lenzen, omdat ze BIJZIEND / VERZIEND is.
Liese kan zonder bril alleen DICHTBIJ / VERAF goed zien.

74 Wanneer ziet een oog een voorwerp goed?
- ☐ A Als het beeld van het voorwerp achter het netvlies valt.
- ☐ B Als het beeld van het voorwerp op het netvlies valt.
- ☐ C Als het beeld van het voorwerp voor het netvlies valt.

75 Valt het beeld scherp voor het netvlies, dan is het oog BIJZIEND / VERZIEND.
Het oog kan worden gecorrigeerd met een POSITIEVE / NEGATIEVE lens.

76 Valt het beeld scherp achter het netvlies, dan is het oog BIJZIEND / VERZIEND.
Het oog kan worden gecorrigeerd met een POSITIEVE / NEGATIEVE lens.

77 Op tafel ligt een bril. Je pakt de bril op en houdt hem een paar centimeter boven een boek. Je ziet door de bril de woorden kleiner.
In de bril zitten NEGATIEVE / POSITIEVE lenzen.
Deze bril is van iemand die DICHTBIJ / VERAF niet goed kan zien.
Je kunt ook zeggen: deze bril is van iemand die BIJZIEND / VERZIEND is.

78 Wat betekent het als een oog niet kan accommoderen?

____

____

____

79 Jan heeft altijd goed kunnen zien, maar heeft steeds meer moeite met lezen. Daarom gaat hij naar een oogarts. De oogarts geeft Jan een recept voor een leesbril.
Wat voor lenzen zitten in een leesbril?

____

80 Hoe verandert het gezichtsvermogen van Jan?
- ☐ A Jan wordt bijziend.
- ☐ B Jan wordt verziend.

81 Er zijn brillenglazen die donker kleuren als er zonlicht op valt. Hierdoor hoef je de bril niet te wisselen met een zonnebril. Deze brillen zijn er met bruine glazen en met grijze glazen. Gegevens over het verschil tussen bruine en grijze glazen zie je in afbeelding 50.

Als het bruine glas nog niet gekleurd is (niet-actieve toestand), laat dit glas 87% van het licht door. Bij blootstelling aan fel zonlicht bij 22 °C filteren de bruine brillenglazen 72% van het licht. Er valt dan nog maar 28% van het licht in je ogen.
Gebruik afbeelding 50 bij de volgende vragen.

a Hoeveel licht laten grijze glazen door in niet-actieve toestand?

____

b Is dat meer, minder of evenveel als de bruine glazen?

____

c Hoeveel licht laten grijze glazen door bij een temperatuur van 22 °C?

____

d Hoeveel licht laat bruin glas door bij 35 °C?

____

e Hoeveel licht laat grijs glas door bij 35 °C?

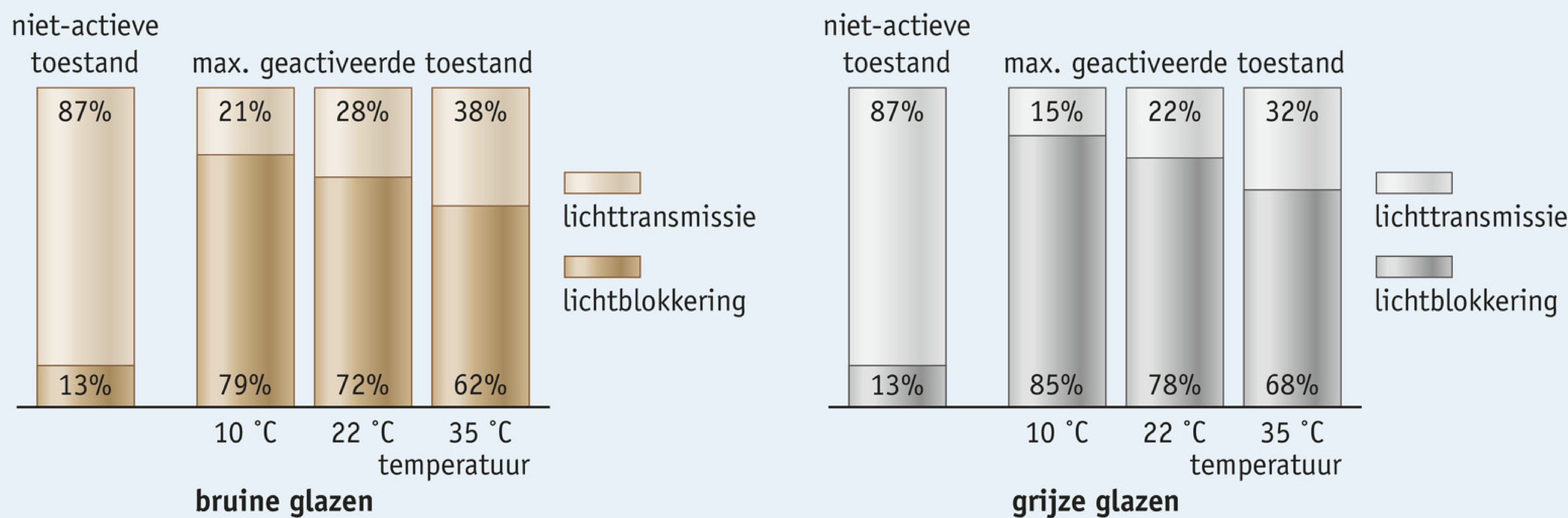
____

+f Welke kleur glas houdt het meeste zonlicht tegen?
Leg je antwoord uit.

____

____

____



▲ **afbeelding 50**
gegevens van bruine en grijze zelfkleurende brillenglazen

Je ogen goed gebruiken

Opleiding beveiliger niveau 2

Op plekken waar veel mensen komen, gaat weleens iets mis. Er kan onrust zijn, een ruzie of een onveilige situatie. Daarom zijn er beveiligers of surveillanten, bijvoorbeeld in een winkelcentrum of op een festival. Als beveiliger kijk je goed om je heen. Je probeert onrust en onveiligheid te voorkomen. Als er toch iets gebeurt, weet je wat je moet doen. Na de opleiding Toezicht en veiligheid (niveau 2) kun je aan de slag bij een bedrijf in de beveiliging. Of bijvoorbeeld bij een gemeente. Je ogen goed gebruiken en rustig kunnen blijven zijn belangrijke eigenschappen.



▲ **afbeelding 51**
werken als beveiliger

Onthouden!

De onderdelen van het oog: hoornvlies, pupil, iris, ooglens, glasachtig lichaam, netvlies, oogzenuw.
De pupil regelt de hoeveelheid licht in je oog.
Accommoderen is het boller of platter worden van de ooglens.
De ooglens wordt bol als je dichtbij kijkt.
De ooglens wordt plat als je ver weg kijkt.
Bijziend: het beeld valt voor het netvlies. De ooglens is te bol.
Een bril met negatieve lenzen geeft een goed beeld op het netvlies.
Verziend: het beeld valt achter het netvlies. De ooglens is te plat.
Een bril met positieve lenzen geeft een goed beeld op het netvlies.

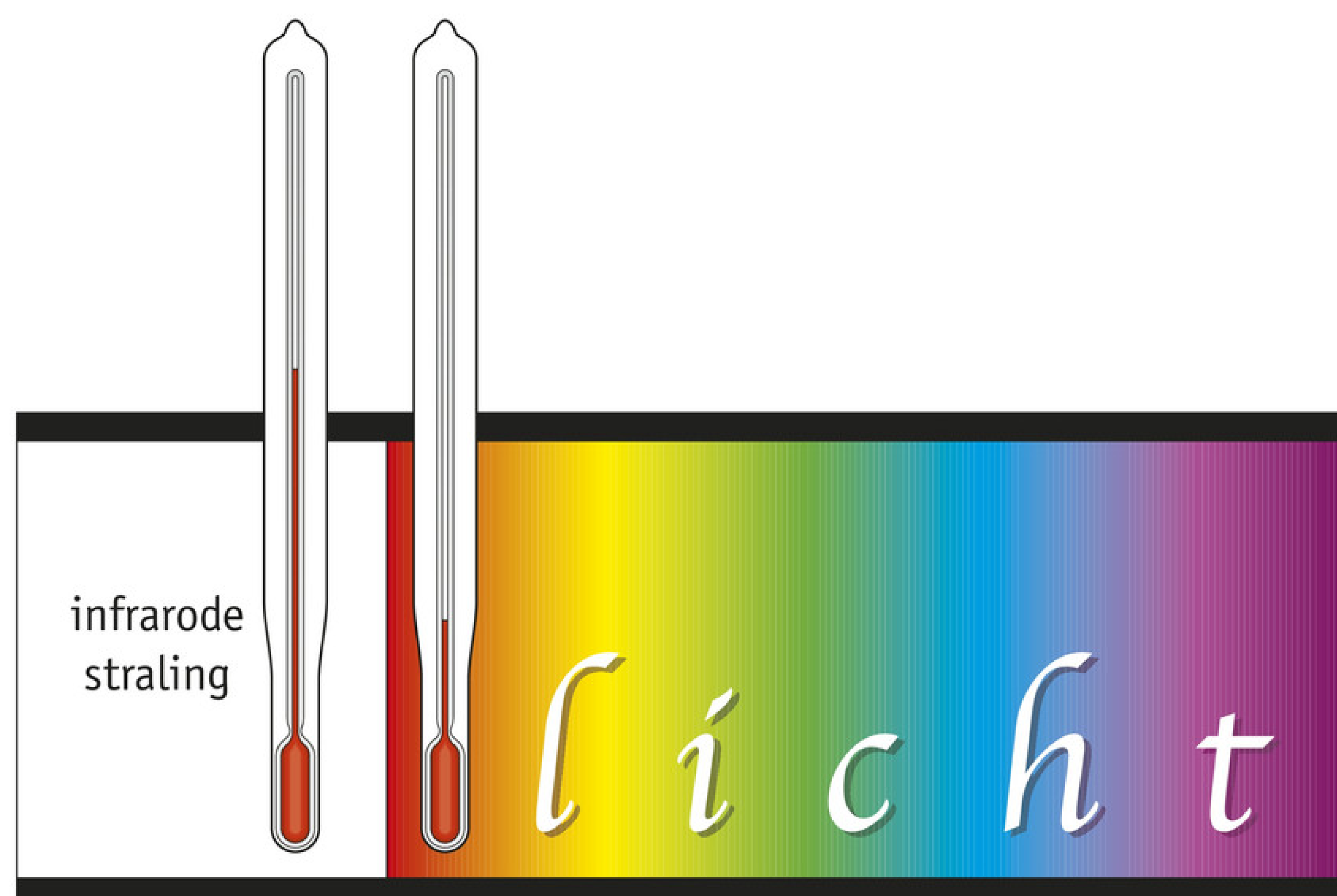
6 Straling

Het spectrum van zichtbaar licht bestaat uit de kleuren rood, oranje, geel, groen, blauw en violet. Maar er is ook licht dat mensen niet kunnen zien.

Infrarood

De zon stuurt straling naar de aarde. Een deel van die straling is zichtbaar licht. Een ander deel van de zonnestraling voel je als warmte. De warmte die je voelt, is **infrarode straling**. Mensen kunnen **infrarood** niet zien. Infrarode straling zit in het spectrum naast zichtbaar rood licht (afbeelding 52).

▶ **afbeelding 52**
Infrarood zit naast zichtbaar rood licht.

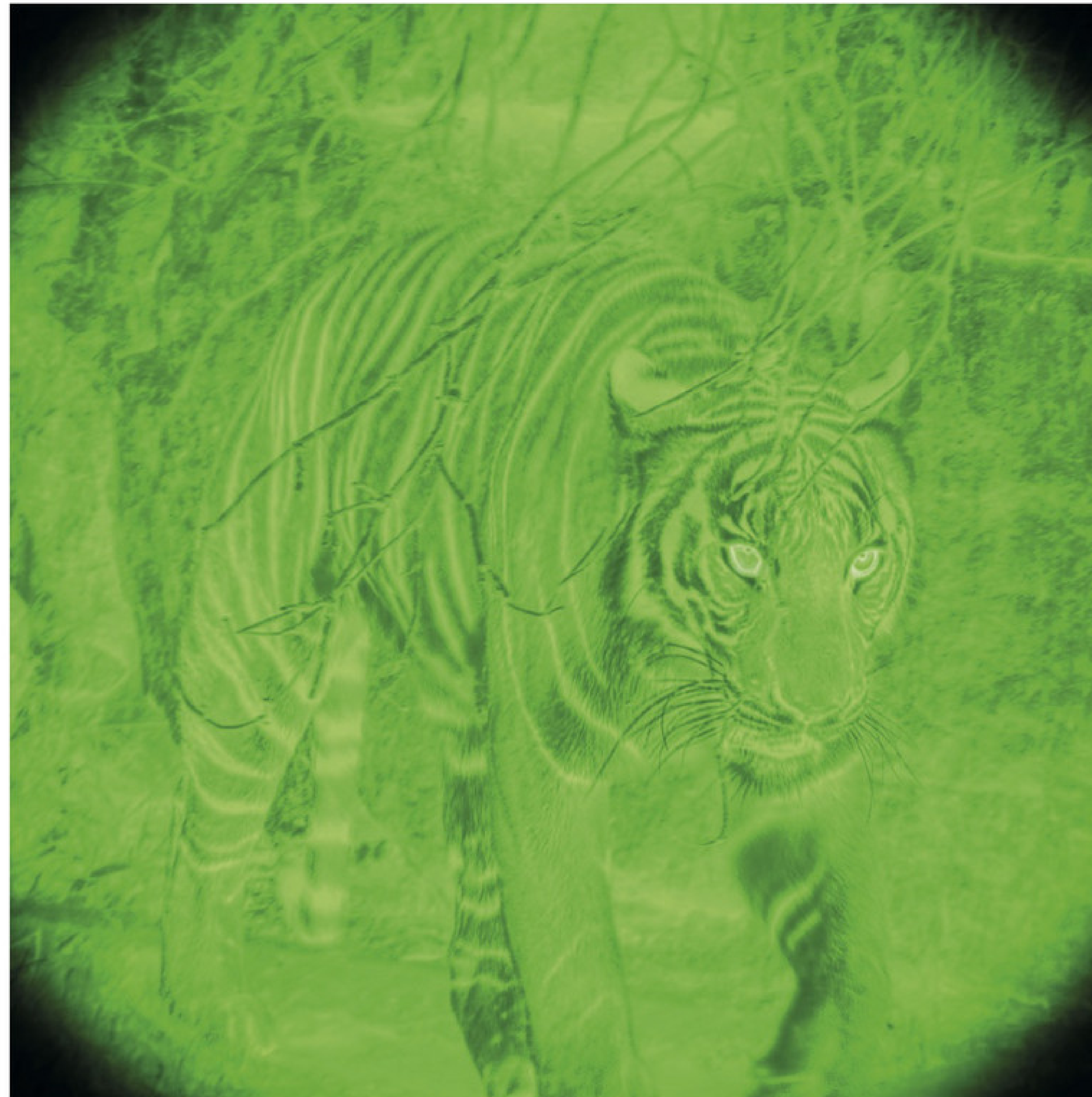


Alle warme dingen zenden deze onzichtbare infraroodstraling uit. Ook mensen en dieren. Een infraroodsensor kan die straling opvangen. In afbeelding 53 zie je een buitenlamp met een infraroodsensor. De sensor schakelt de lamp in als er iemand langsloopt.

▶ **afbeelding 53**
buitenlamp met infraroodsensor



Een nachtkijker zet infraroodstraling om in zichtbaar licht. Daardoor kun je in het donker zien (afbeelding 54). Een nachtkijker wordt bijvoorbeeld gebruikt in het leger. Ook mensen die 's nachts wilde dieren willen zien, gebruiken zo'n infraroodkijker.



▶ **afbeelding 54**
beeld door een infraroodkijker

Ook de afstandsbediening van de tv werkt met infraroodstraling (afbeelding 55). In de tv zit een infraroodsensor. Probeer thuis eens de tv te bedienen met je hand voor de afstandsbediening. Dat lukt niet. Infraroodstraling gaat niet door je hand heen.



▶ **afbeelding 55**
Een afstandsbediening zendt infraroodstraling uit.

Proef 7 Warmtestraling

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 thermometer (–10 °C tot 110 °C)
- ☐ 1 klok of horloge met secondewijzer
- ☐ 1 plastic zakje

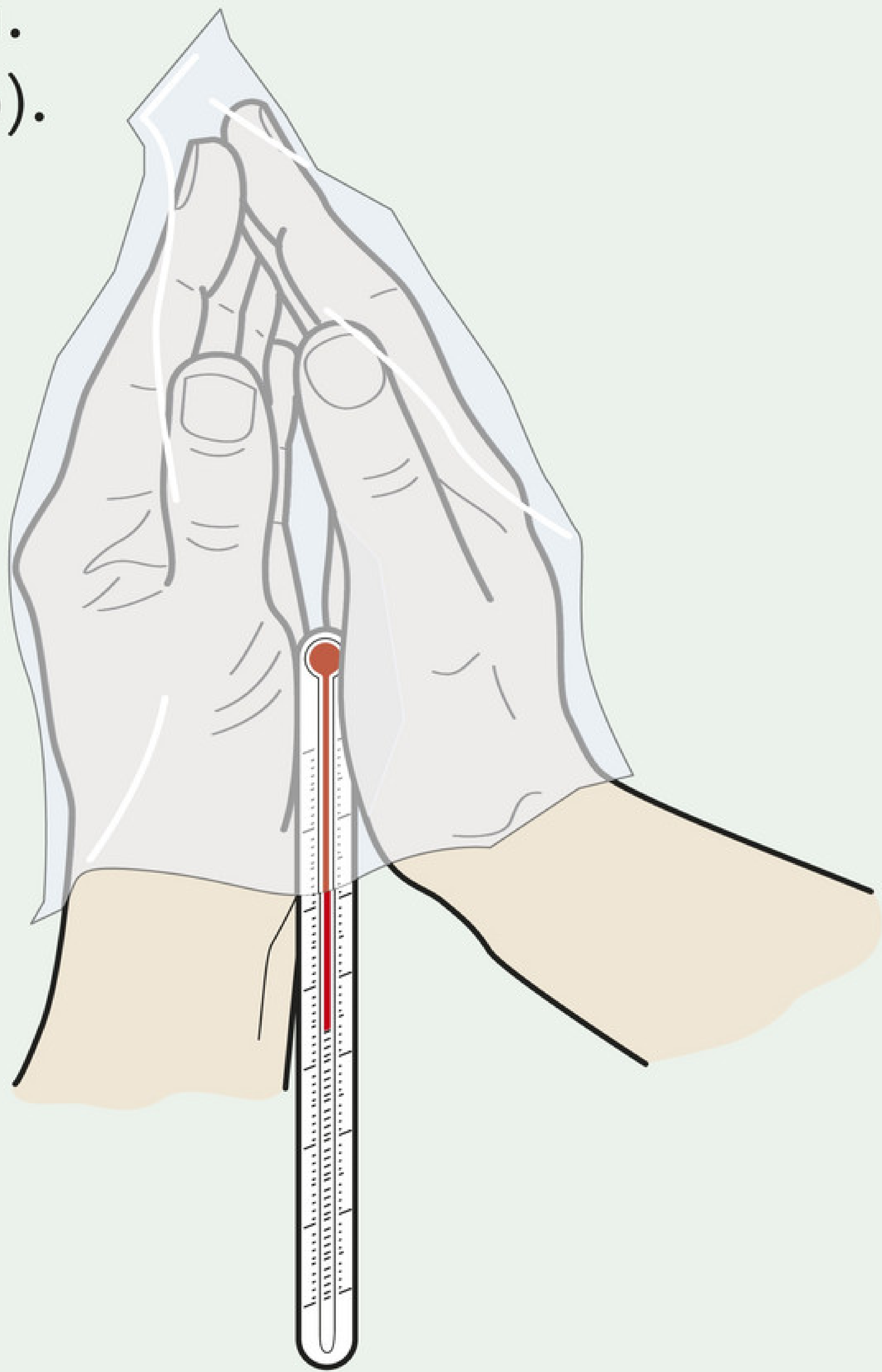
Uitvoering

- Lees de temperatuur af op de thermometer.
- Vul deze temperatuur in tabel 3 in bij *droge handen*, onder *begintemperatuur*.

▼ **tabel 3** warmtestraling van je handen

	begintemperatuur	eindtemperatuur
droge handen	________ °C	________ °C
natte handen	________ °C	________ °C

- Wrijf je handen flink over elkaar, zodat ze goed droog zijn.
- Stop één hand in de plastic zak.
- Leg de thermometer in de handpalm van je hand in de plastic zak.
- Stop je andere hand ook in de zak.
- Houd het reservoir van de thermometer tussen je handpalmen.
- Laat het reservoir niet tegen je handen komen (afbeelding 56).
- Kijk op de klok of je horloge.
- Lees na 1 minuut de temperatuur af.
- Haal je handen uit de zak en wees daarbij voorzichtig met de thermometer.
- Vul in tabel 3 de temperatuur in bij *droge handen*, onder *eindtemperatuur*.



▲ **afbeelding 56**
de thermometer tussen je handen

1 Wrijf je handen over elkaar.
De palmen van je handen blijven WEL / NIET droog.

- Ga naar de kraan.
- Was je handen met koud water, zonder zeep.
- Sla voorzichtig het meeste water van je handen.
- Doe de proef opnieuw.
- Vul de resultaten in de tabel in bij *natte handen*.

2 Wrijf je handen weer over elkaar.
De palmen van je handen worden hierdoor DROOG / NAT.

Het water is van je handpalmen verdampt. Dat is gebeurd door de warmte die je handen uitstralen. In de plastic zak zie je kleine waterdruppeltjes. Er is waterdamp op het plastic gecondenseerd. Om te verdampen is energie nodig. Die energie komt uit jouw handen in de vorm van warmte.

3 Je handen stralen WEL / GEEN energie uit.

4 Wat straalt je lichaam uit?
☐ A geluidstraling
☐ B lichtstraling
☐ C warmtestraling

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

82 Wat zijn infrarode stralen?
- ☐ A lichtstralen
- ☐ B warmtestralen
- ☐ C zonnestralen

83 Je drukt op een knop van de afstandsbediening van de tv. Op hetzelfde moment loopt er iemand tussen jou en de tv.
Waarom reageert de tv niet op de afstandsbediening?

____

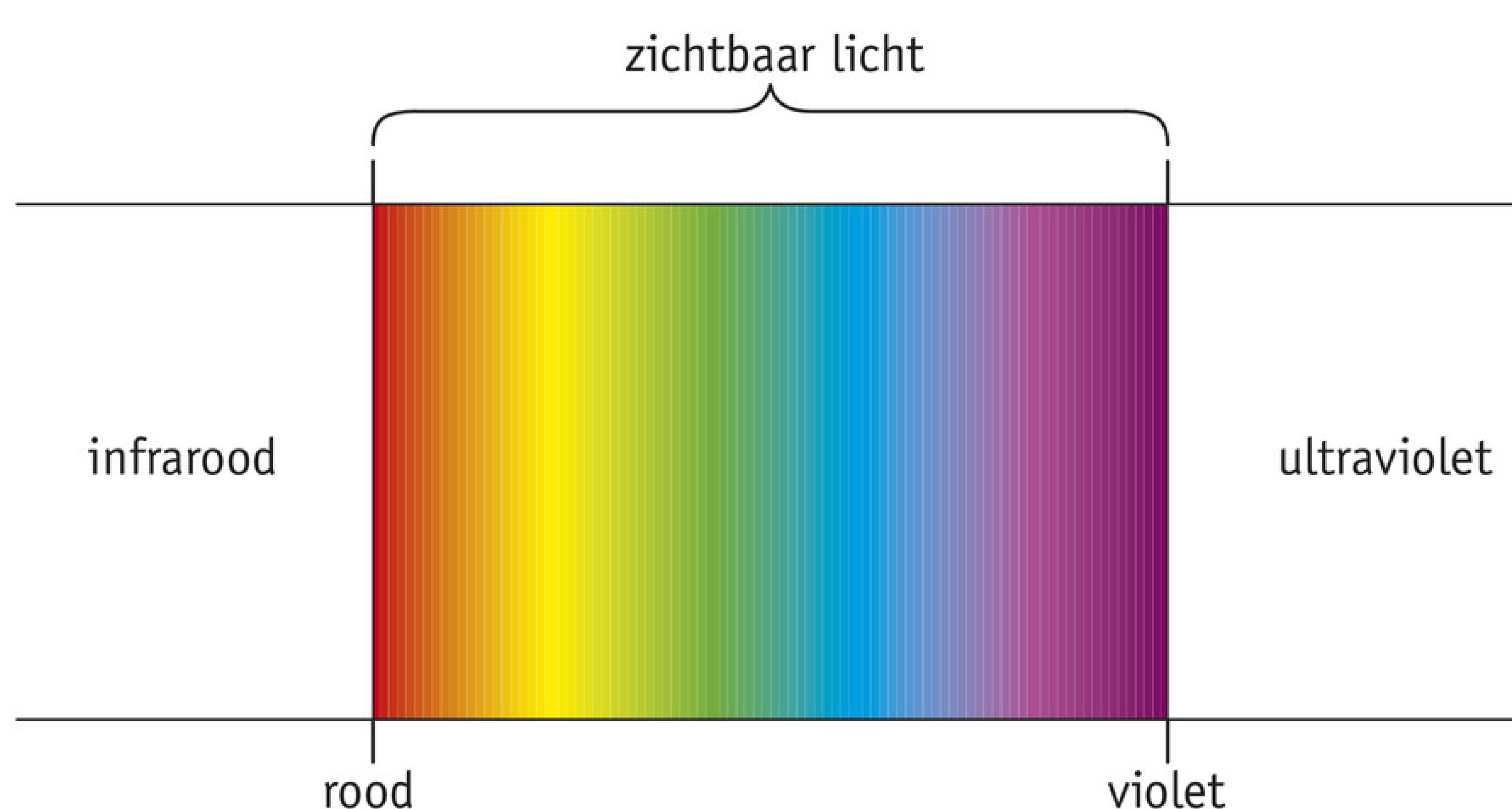
84 De zon schijnt en je staat thuis voor het raam.
Voel je de warmtestralen van de zon? JA / NEE
Infrarode stralen gaan dus WEL / NIET door glas.

85 Je gaat in het bos naar dieren kijken. Ondanks dat het donker is, mag je niet gezien en gehoord worden. Dat schrikt de dieren af en dan valt er weinig te zien.
Wat voor apparaat gebruik je om in het donker te kunnen zien?

____

Ultraviolet

In zonnestralen zit ook **ultraviolette straling**. De afkorting van ultraviolette straling is **uv-straling**. Net als infrarood is **ultraviolet** niet zichtbaar voor mensen. In het spectrum zit ultraviolet naast het zichtbare violet (afbeelding 57).



▲ **afbeelding 57**
infrarood en ultraviolet



▲ **afbeelding 58**
verbranding door te veel uv-straling

Sommige mensen gaan graag 'zonnen' om bruin te worden. Door uv-straling in zonlicht kleurt de huid donkerder. Maar te veel uv-straling is slecht voor de huid. De huid kan hierdoor verbranden (afbeelding 58). Als dat vaak gebeurt, kun je huidkanker krijgen.

Het is belangrijk dat je niet te lang in de zon zit en je huid goed beschermt. Met **zonnebrandcrème** voorkom je dat de huid beschadigt door uv-straling. In de crème zit een uv-filter. Het filter houdt een deel van de uv-straling tegen. Daardoor vermindert de uv-straling op je huid. Ook mensen met een donkere huidskleur moeten hun huid beschermen tegen felle zon.



▲ **afbeelding 59**
geld controleren met uv-licht

Uv-lampen

Met uv-licht kun je het verschil zien tussen echt en vals geld. Daarvoor gebruik je een uv-lamp (afbeelding 59). In echte bankbiljetten zit speciale inkt. Die inkt licht op onder een uv-lamp. In vals geld zit die inkt niet.

Een uv-lamp om vliegen te vangen, zie je soms in een snackbar of theehuis. De vliegen komen op het uv-licht af. Ze vliegen tegen een stroomdraad in de lamp en vallen daardoor dood neer.

Uv-lampen worden ook gebruikt bij gelnagels. In de lak voor gelnagels zit een speciaal stofje dat hard wordt door uv-licht (afbeelding 60).

▶ **afbeelding 60**
gelnagels drogen met uv-licht



Opgaven

86 Welke bewering over de uv-straling van de zon is waar?
- ☐ A Uv-straling is goed zichtbaar en zorgt ervoor dat je huid donkerder kleurt.
- ☐ B Uv-straling is niet zichtbaar en zorgt ervoor dat je huid donkerder kleurt.
- ☐ C Uv-straling is paars van kleur en zorgt ervoor dat je huid rood kleurt.

87 Ria komt thuis na een zomerse middag zwemmen in het buitenbad. Haar huid is helemaal rood en elke aanraking doet pijn.
Wat heeft Ria fout gedaan?

____

____

88 Bij de slager hangt een apparaat om vliegen te vangen. Hierin zit een lamp die een beetje violet licht geeft. De lamp straalt ook ultraviolette stralen uit.
Jij kunt het ultraviolette licht WEL / NIET zien.
Een vlieg kan het ultraviolette licht WEL / NIET zien.

89 Welke twee uitspraken zijn waar?
- ☐ A In een tv zit een sensor die met ultraviolette straling werkt.
- ☐ B Infrarood en ultraviolet kun je niet zien.
- ☐ C Infrarood kun je zien als rood licht.
- ☐ D Ultraviolet laat speciale inkt in een geldbiljet oplichten.

90 Welke straling zorgt ervoor dat de huid verkleurt?
- ☐ A infrarode en ultraviolette straling
- ☐ B alleen infrarode straling
- ☐ C alleen ultraviolette straling

91 Welke lamp wordt gebruikt om vals geld te herkennen?
- ☐ A een lamp die infrarood licht geeft
- ☐ B een lamp die rood licht geeft
- ☐ C een lamp die ultraviolet licht geeft
- ☐ D een lamp die violet licht geeft

92 Sanne houdt een bolle lens in het zonlicht. Ze laat de lichtstralen in het brandpunt op de veter van haar schoen vallen. Even later komt er rook van haar veter en gaat de veter branden.
Waarom gaat de veter branden?
- ☐ A Omdat convergerende lichtstralen brand veroorzaken.
- ☐ B Omdat de infrarode stralen in dat punt samenkomen.
- ☐ C Omdat de lichtstralen in dat punt samenkomen.
- ☐ D Omdat de ultraviolette stralen in dat punt samenkomen.

93 Gebruik bij de volgende vragen tabel 17 in je Binas.

a Welke drie toestellen werken op infraroodstraling?

____

b Op welke straling (golven) werkt een gsm?

____

c Welke straling ligt nog voorbij ultraviolet in het spectrum?

____

94 Zonlicht kan kleuren verbleken. Winkels met grote etalages, waar veel zonlicht op valt, hebben daar last van. Kleding kan niet lang in de etalage hangen, omdat ze dan verkleurt. Om daar iets tegen te doen, is een folie ontwikkeld. Die folie is onzichtbaar op een ruit.
In afbeelding 61 staat met hoeveel procent de verschillende soorten straling van het zonlicht worden verminderd.

a Hoeveel procent uv-straling wordt door de folie tegengehouden?

____

b Hoeveel procent zichtbaar licht wordt door de folie doorgelaten?

____

c Hoeveel procent infraroodstraling wordt door de folie tegengehouden?

____

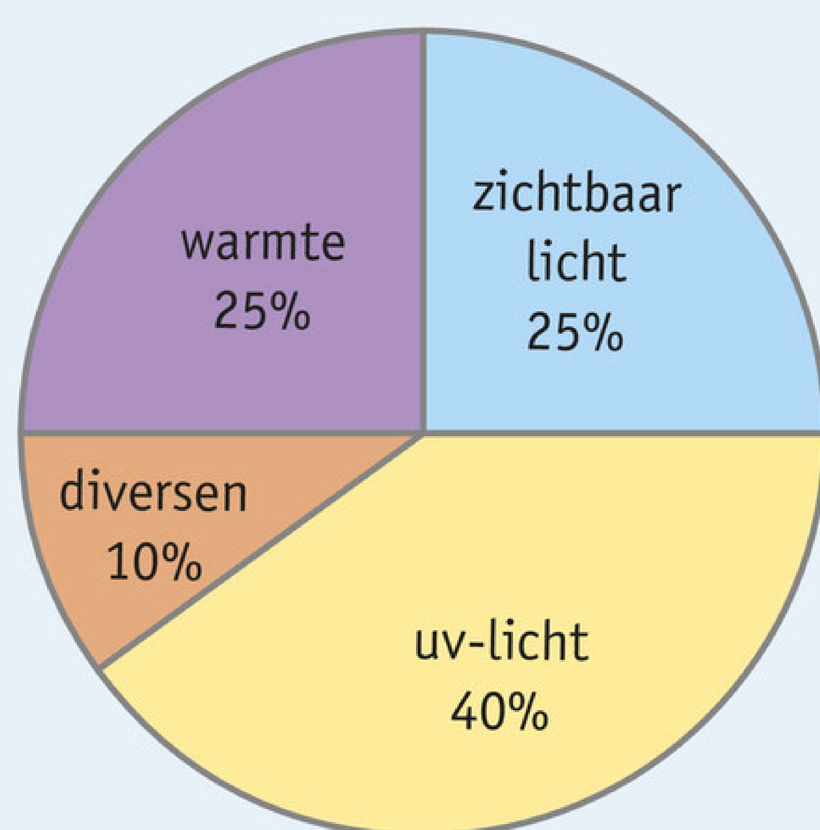
d Noteer een soort straling die bij 'diversen 10%' wordt bedoeld (gebruik je Binas).

____

____

____

____



◀ **afbeelding 61**
straling die door de folie wordt tegengehouden

Onthouden!

Warmtestraling is infrarode straling.
Infrarode straling zit in het spectrum naast zichtbaar rood licht.
Voorbeelden van infrarode straling zijn: afstandsbediening, nachtkijker, buitenlamp met infraroodsensor.
Mensen kunnen infrarood en ultraviolet niet zien.
De afkorting van ultraviolette straling is uv-straling.
Ultraviolet zit in het spectrum naast het zichtbare violet.
Voorbeelden van ultraviolette straling zijn:

- uv-lamp om geld te controleren
- uv-lamp om nagellak te drogen

Van uv-straling kleurt je huid donkerder.
Te veel uv-straling is schadelijk voor de huid.

7 Examen doen

Elk hoofdstuk wordt afgesloten met een aantal examenvragen. Dat zijn vragen uit examens of schoolexamens van de afgelopen jaren. De eerste drie examenvragen zijn voorbeelden. Dan volgt het antwoord van de vraag en uitleg hoe je aan het antwoord kunt komen. Maak de vragen voordat je naar de antwoorden en de uitleg kijkt.
Daarna krijg je een aantal examenvragen om te oefenen.
De uitwerkingen van deze vragen kunnen in de les worden besproken. In de Test jezelf krijg je weer een aantal examenvragen.

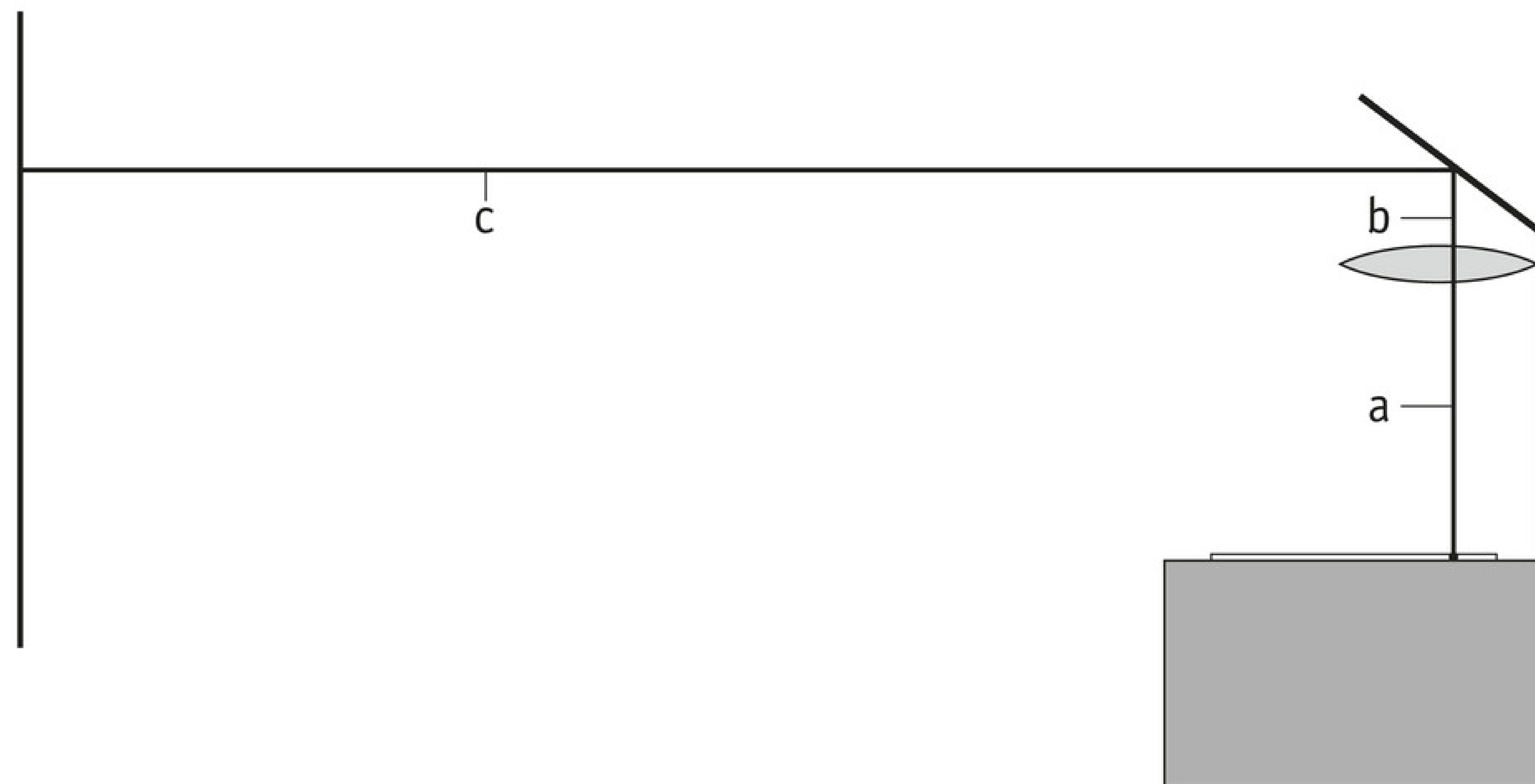
Examenvraag 1

examen 2007, tweede tijdvak

Overheadprojector



▲ afbeelding 62



▲ afbeelding 63

In afbeelding 62 zie je een overheadprojector. De projector heeft een lens en een spiegel. Een lichtstraal gaat van de bron door de lens en via de spiegel naar het scherm. Er wordt een scherp beeld gevormd op het scherm.
In afbeelding 63 zie je een schematische tekening van een overheadprojector. Er zijn drie afstanden aangegeven.

1p → Welke afstand is de beeldafstand van de lens?

- ☐ A afstand a
- ☐ B afstand b
- ☐ C afstand c
- ☐ D afstand b + afstand c

Examenvraag 2

examen 2007, eerste tijdvak

Scooter

Tess heeft op haar verjaardag een rode scooter gekregen (afbeelding 64).
De scooter staat in de zon.

1p → Waarom zien wij de kleur van de scooter als rood?

☐ A De lak absorbeert rood en kaatst alle overige kleuren terug.
☐ B De lak absorbeert alle kleuren en kaatst rood terug.
☐ C De lak absorbeert alle kleuren en kaatst niets terug.
☐ D De lak absorbeert niets en kaatst alle kleuren terug.



▲ afbeelding 64

Examenvraag 3

examen 2006, tweede tijdvak

Lantaarn

Jayden loopt 's avonds op straat. De lantaarn brandt (afbeelding 65).

2p → Teken de schaduw van Jayden op straat. Arceer de schaduw van Jayden.



▲ afbeelding 65

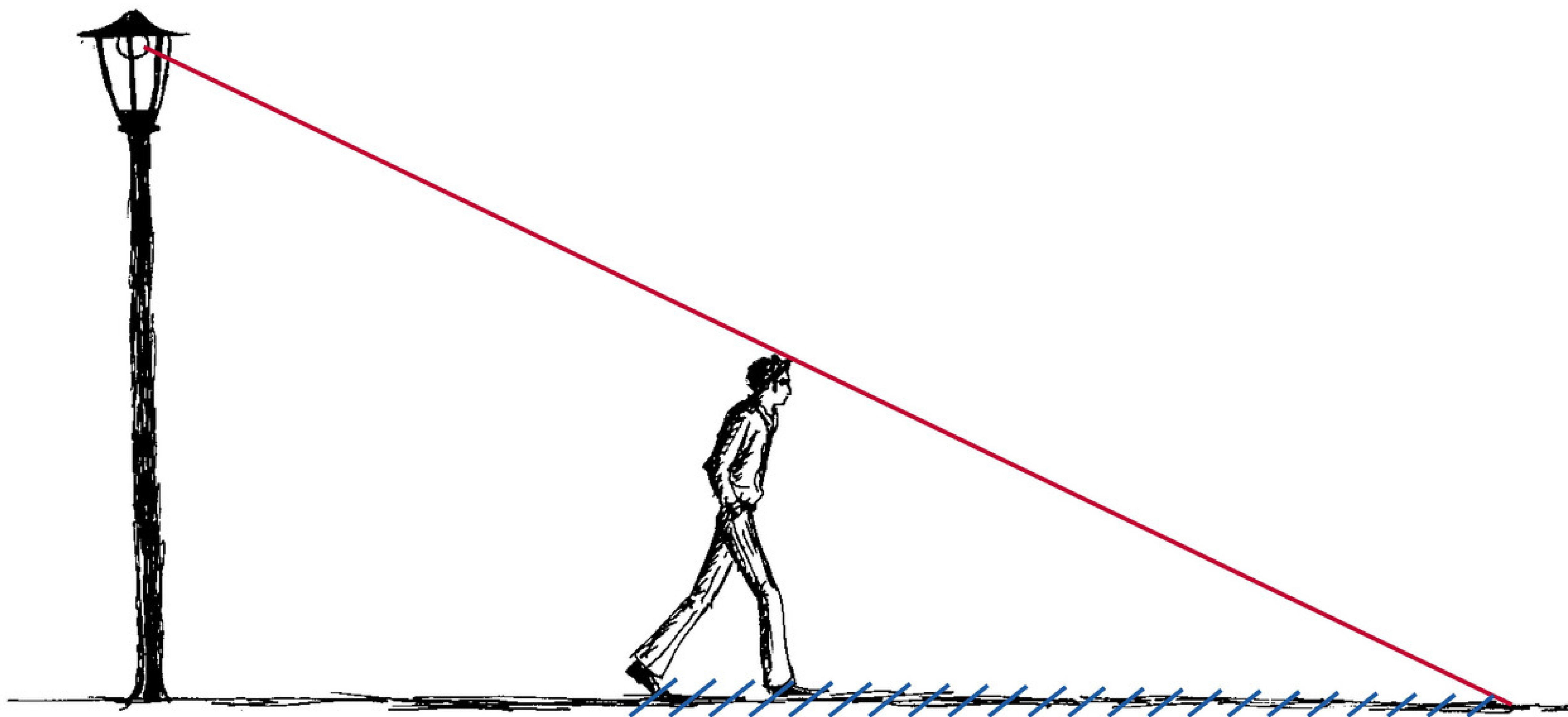
Antwoorden

Examenvraag 1

Het voorwerp ligt op de glasplaat van de overheadprojector.
De lichtstraal van het voorwerp tot de lens is de voorwerpsafstand.
Lichtstraal a is dus de voorwerpsafstand.
Het beeld wordt gevormd op het scherm.
De lichtstraal van de lens tot het scherm is de beeldafstand.
Dit is afstand b plus afstand c.
Antwoord D is dus het goede antwoord.

Examenvraag 2
Het licht van de zon valt op de scooter.
Je ziet alleen het rood van de scooter.
Alleen het rode licht wordt weerkaatst.
Alle andere kleuren worden door de lak van de scooter geabsorbeerd.
Antwoord B is het goede antwoord.

Examenvraag 3



▲ afbeelding 66

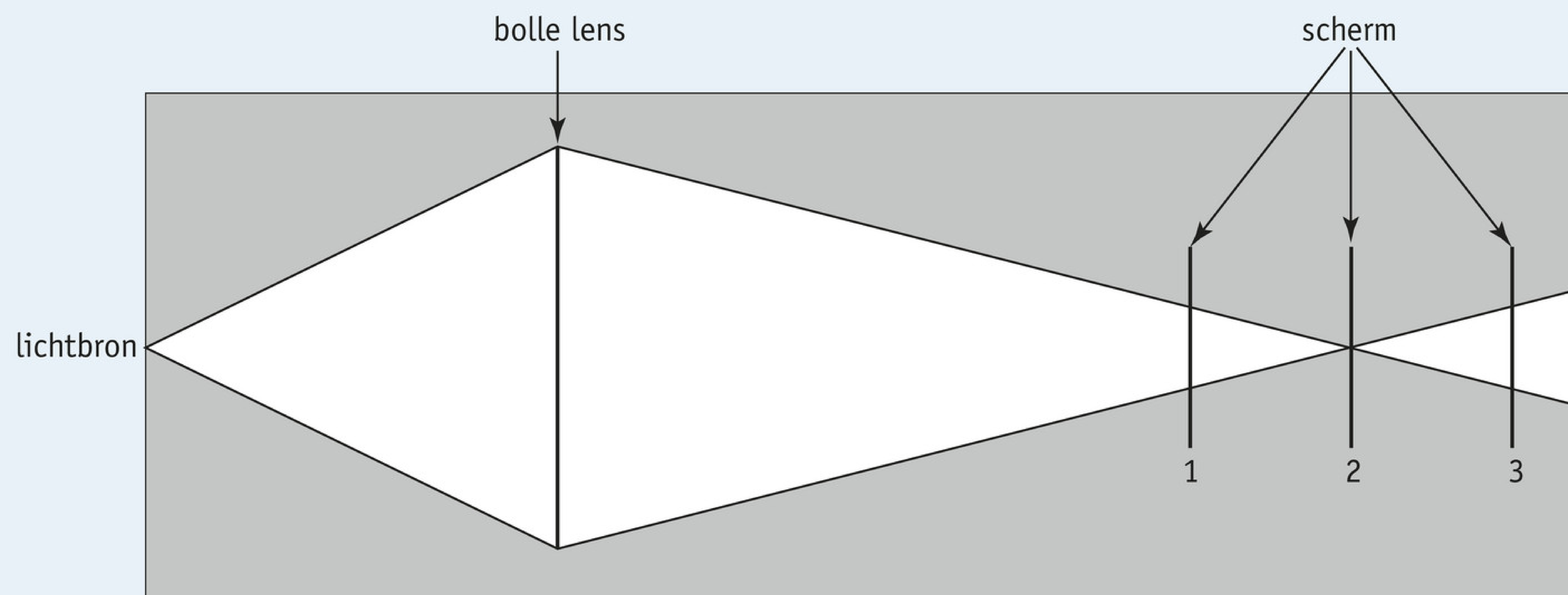
Teken met potlood en liniaal een rechte lijn vanaf de lamp over het haar van Jan tot op de grond (randstraal, zie afbeelding 66).
Arceer de schaduw die op de stoep valt.
De schaduw begint bij de linkervoet van Jan.

Opgaven

examen 2003, eerste tijdvak

Afbeelding door een lens

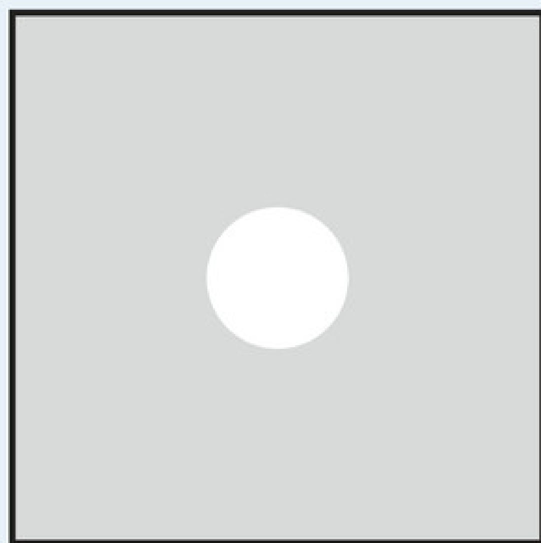
95 Een lichtbron schijnt op een bolle lens. Achter de lens wordt een scherm geplaatst. Achtereenvolgens zet men het scherm op plaats 1, plaats 2 en plaats 3 (afbeelding 67).



▲ afbeelding 67

1p → Wanneer ziet het scherm eruit zoals in afbeelding 68?

☐ A Als het scherm op plaats 1 of 2 staat.
☐ B Als het scherm op plaats 1 of 3 staat.
☐ C Als het scherm op plaats 2 of 3 staat.

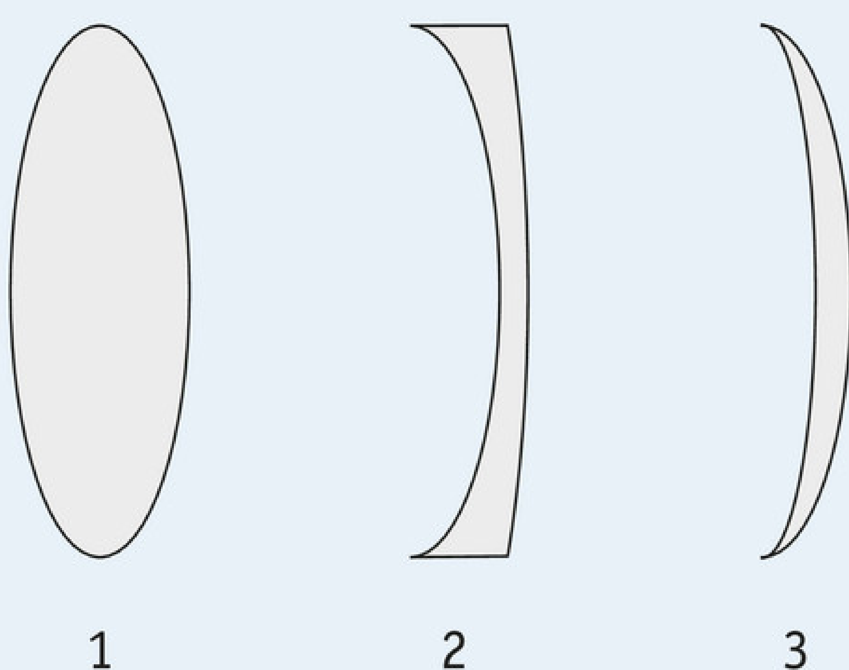


▲ afbeelding 68

96 In afbeelding 69 zijn drie doorsneden van lenzen getekend.

1p → Welke van deze lenzen zijn positieve lenzen?

☐ A lens 1 en 2
☐ B lens 1 en 3
☐ C lens 1, 2, en 3
☐ D lens 2 en 3



▲ afbeelding 69

examen 2003, eerste tijdvak

Stralengang

97 Sanne heeft in een kartonnen koker één glazen voorwerp geplaatst. Ze laat een lichtbundel in de koker vallen. Achter de koker komen alle lichtstralen in één punt samen (afbeelding 70).

1p → Hoe noem je de lichtbundel die uit de koker komt?

- ☐ A convergerend
- ☐ B divergerend
- ☐ C evenwijdig



▲ afbeelding 70

98

1p → Welk voorwerp bevindt zich in de koker van afbeelding 70?

- ☐ A een bolle lens
- ☐ B een glazen plaat
- ☐ C een holle lens
- ☐ D een vlakke spiegel

8 Test jezelf

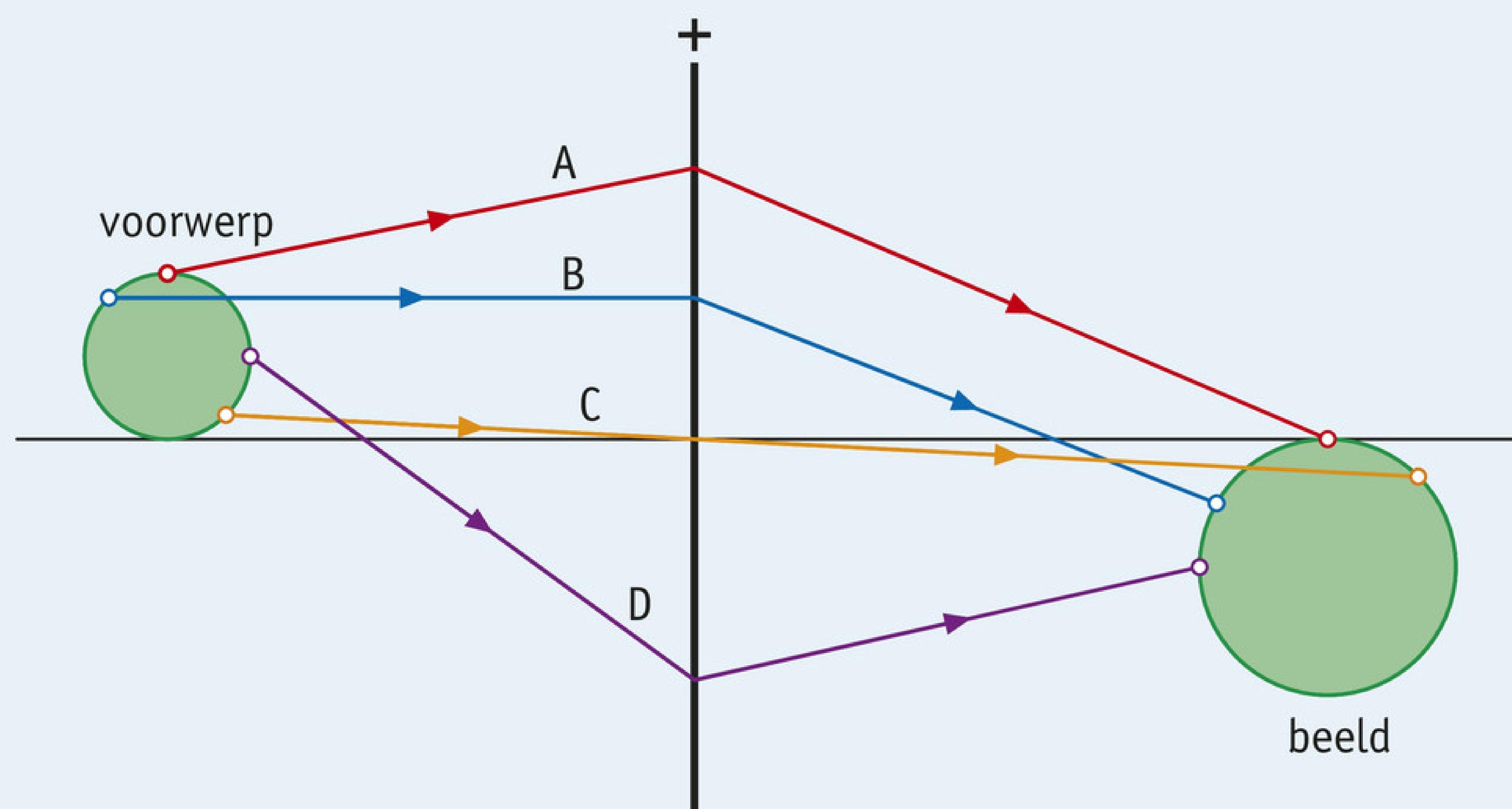
Waar / niet waar-vragen

Bewering	waar	niet waar
1 Bij een evenwijdige lichtbundel lopen de stralen steeds verder uit elkaar.		
2 Lichtstralen die naar elkaar toe lopen, noem je convergent.		
3 In een regenboog zitten de kleuren wit en zwart.		
4 Infraroodstralen kun je zien, omdat ze rood licht uitstralen.		
5 Een positieve lens is bol.		
6 Een ster is een kunstmatige lichtbron.		
7 Je huid kleurt donkerder door infrarode stralen.		
8 Ultraviolette stralen zijn warmtestralen.		
9 Met zonnebrandcrème kun je je beschermen tegen uv-straling.		
10 Een positieve lens is dik aan de rand en dun in het midden.		
11 Kijk je door een negatieve lens, dan zie je een verkleind beeld.		
12 Het beeld dat op je netvlies valt, is een reëel beeld.		
13 Bij het spiegelbeeld in een spiegel zijn links en rechts verwisseld.		
14 Accommoderen betekent dat je ooglenzen platter of boller worden.		
15 Een voorwerp dat wit is, kaatst alle kleuren terug.		
16 Een tv reageert op infrarode stralen van de afstandsbediening.		
17 Lichtstralen van een regenboog lopen in gebogen lijnen.		
18 De pupil regelt de lichtinval in het oog.		
19 Een verlicht voorwerp wordt zelf een directe lichtbron.		
20 Gekleurde voorwerpen absorberen hun eigen kleur.		

Examenvragen

1 Sabrine heeft de tekening gemaakt die je ziet in afbeelding 71. De bal links van de lens is het voorwerp. De bal rechts van de lens is het beeld. Het beeld is vergroot en omgekeerd. Sabrine heeft vier lichtstralen vanaf het voorwerp naar het beeld getekend. De lichtstralen breken in de lens. Van de lichtstralen die Sabrine getekend heeft, is maar één lichtstraal goed.
Welke lichtstraal is goed getekend?

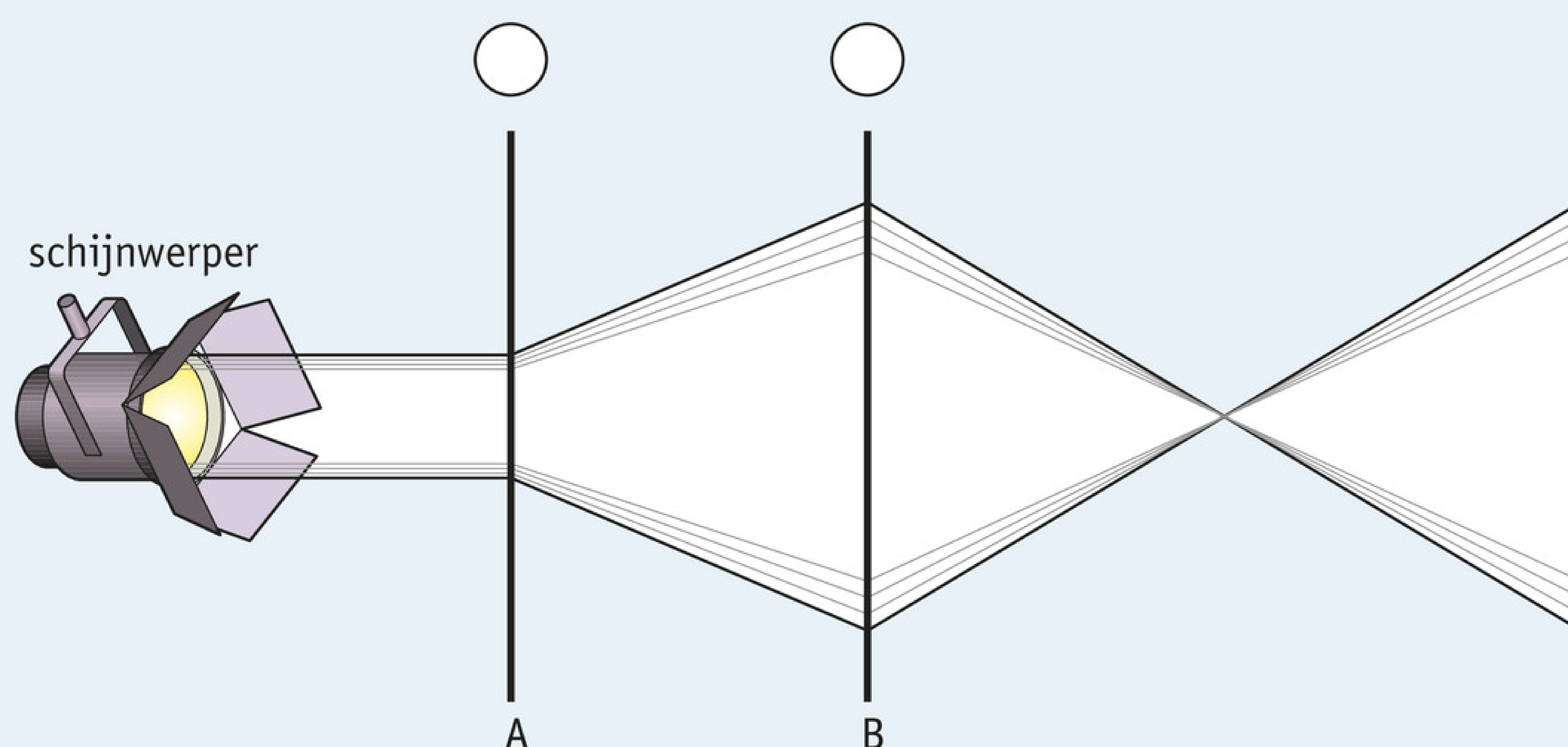
- ☐ A lichtstraal A
- ☐ B lichtstraal B
- ☐ C lichtstraal C
- ☐ D lichtstraal D



▲ afbeelding 71

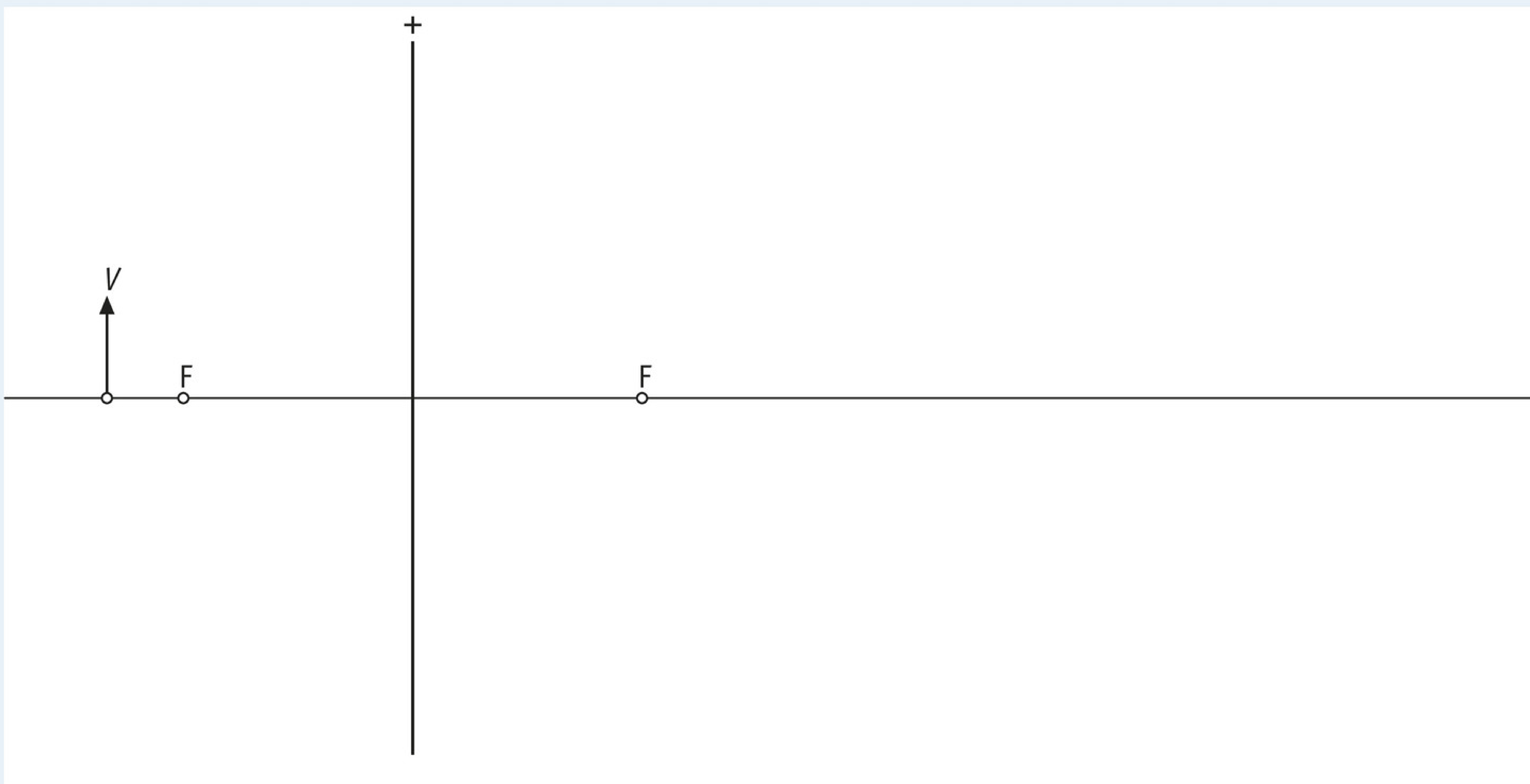
2 Een lichtbundel uit een schijnwerper wordt gebroken in de lenzen A en B (afbeelding 72).

a Kleur de evenwijdige lichtbundel(s) in de afbeelding rood.
b Kleur de divergente lichtbundel(s) groen.
c Kleur de convergente lichtbundel(s) blauw.
d Zet een + in de cirkel boven de bolle lens.
e Zet een – in de cirkel boven de holle lens.



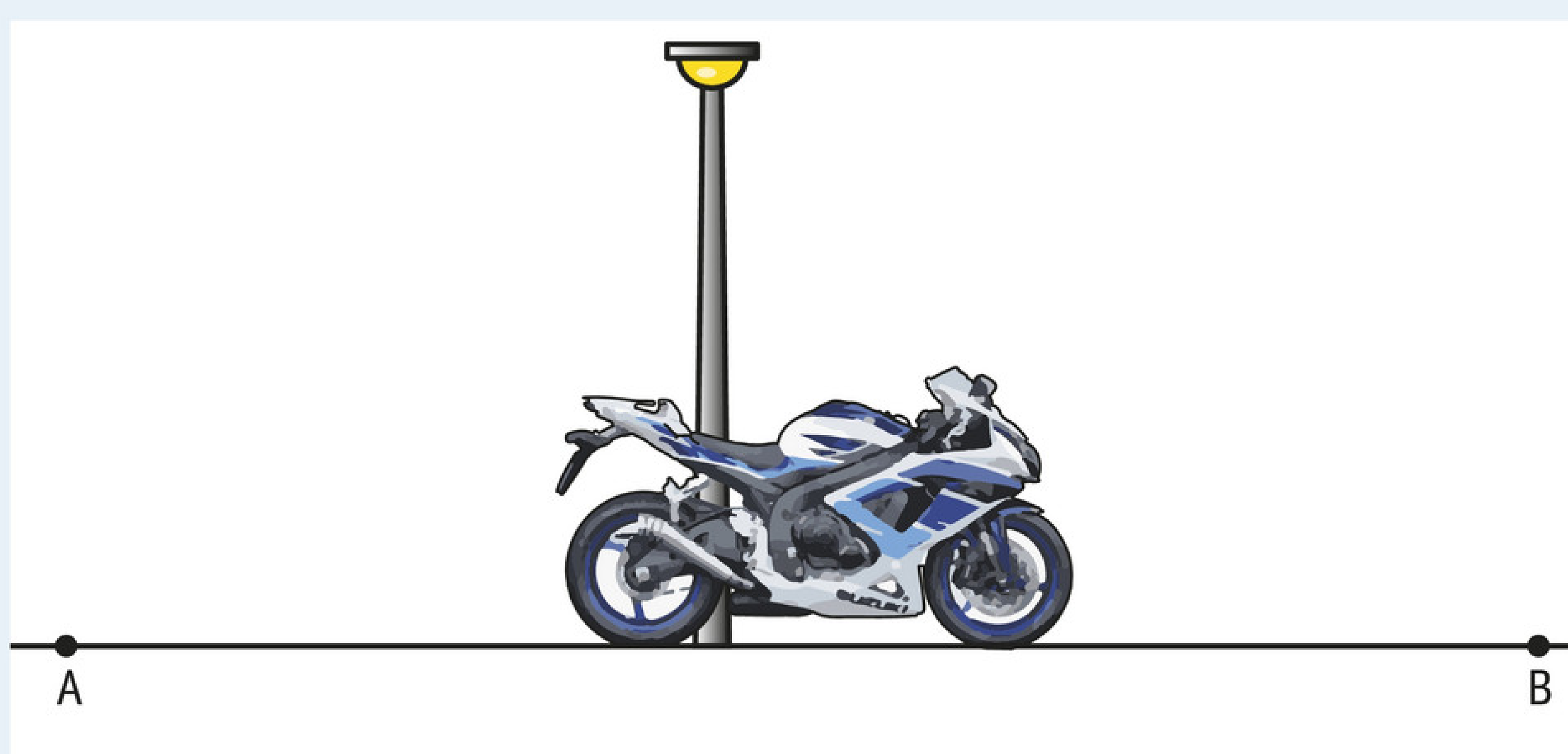
▲ afbeelding 72

3 Een voorwerp *V* staat voor een positieve lens (afbeelding 73).
- **a** Construeer het beeld van voorwerp *V*.
- **b** Teken het beeld.
- **c** Geef de richting van de lichtstralen aan met pijltjes.
- **d** Wat is de lengte van het voorwerp? ______ mm
- **e** Wat is de lengte van het beeld? ______ mm
- **f** Is het beeld even groot als, groter dan of kleiner dan het voorwerp?
  - ☐ A even groot
  - ☐ B groter
  - ☐ C kleiner



▲ afbeelding 73

4 Een motor staat geparkeerd onder een lantaarnpaal (afbeelding 74). De brandende lamp zorgt voor schaduw van de motor op het wegdek.
- **a** Teken de lichtstralen van de lamp naar de punten A en B op het wegdek.
- **b** Teken de randstralen vanuit de lamp langs de motor tot op het wegdek.
- **c** Geef de plaats van de schaduw op de weg aan met een blauwe lijn.
- **d** Geef het licht op het wegdek tussen A en B aan met gele lijnen.
- **e** Hoe groot is de schaduw van de motor op het wegdek?
  - ☐ A De schaduw is even groot als de motor.
  - ☐ B De schaduw is groter dan de motor.
  - ☐ C De schaduw is kleiner dan de motor.



▲ afbeelding 74

5 Mark kijkt op de torenklok hoe laat het is (afbeelding 75).
Wat gebeurt er met zijn ooglenzen als hij daarna op zijn horloge kijkt?
- ☐ A Zijn ooglenzen worden boller.
- ☐ B Zijn ooglenzen worden minder bol.
- ☐ C Er gebeurt niets met zijn ooglenzen.

Examen 2006, eerste tijdvak





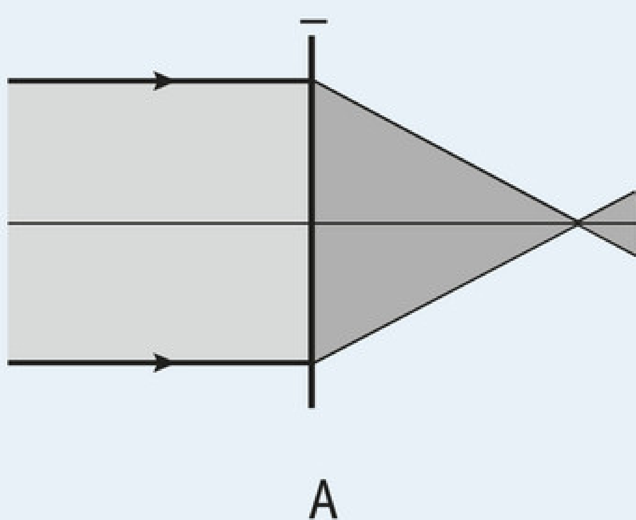
▲ afbeelding 75

6 Omdat Mark niet altijd even goed ziet, gaat hij naar de oogarts. De oogarts zegt dat Mark een bril nodig heeft, omdat hij bijziend is.
Wat betekent bijziend?
- ☐ A Zonder bril kun je alleen dichtbij scherp zien.
- ☐ B Zonder bril kun je alleen veraf scherp zien.
- ☐ C Zonder bril kun je dichtbij en veraf scherp zien, maar daartussen niet.

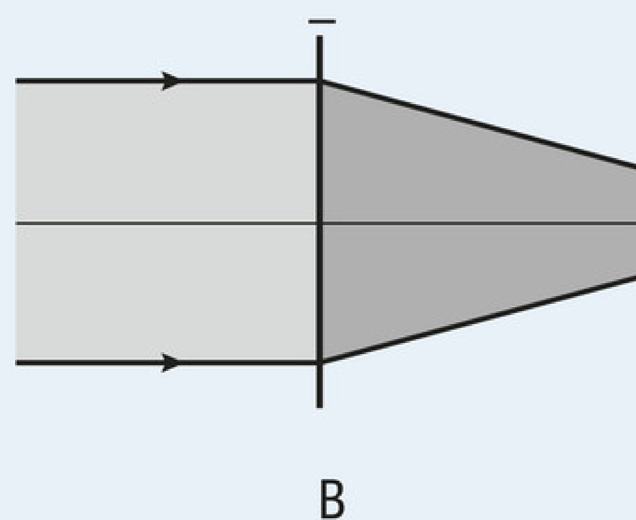
Examen 2006, eerste tijdvak

7 Mark krijgt een bril met negatieve lenzen. Hij laat een evenwijdige lichtbundel op één van de brillenglazen vallen.
In welk plaatje van afbeelding 76 zijn de lichtstralen van de lens juist getekend?
- ☐ A plaatje A
- ☐ B plaatje B
- ☐ C plaatje C
- ☐ D plaatje D

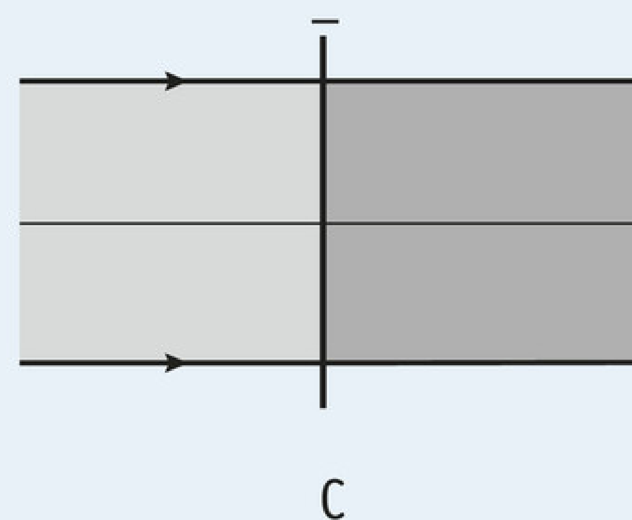
Examen 2006, eerste tijdvak



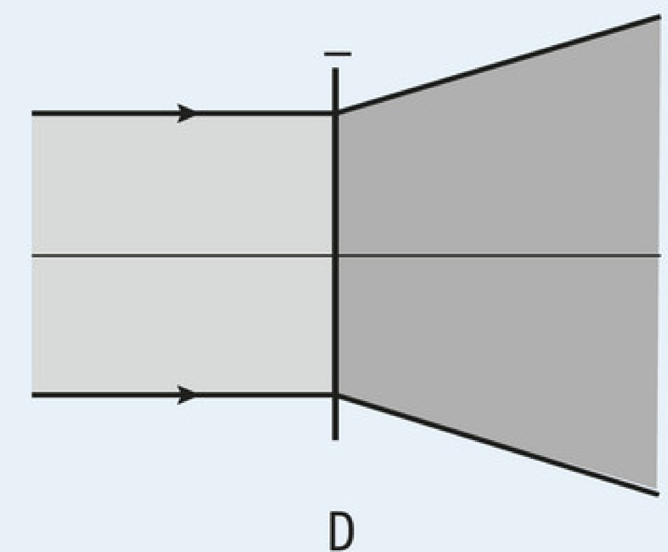
A



B



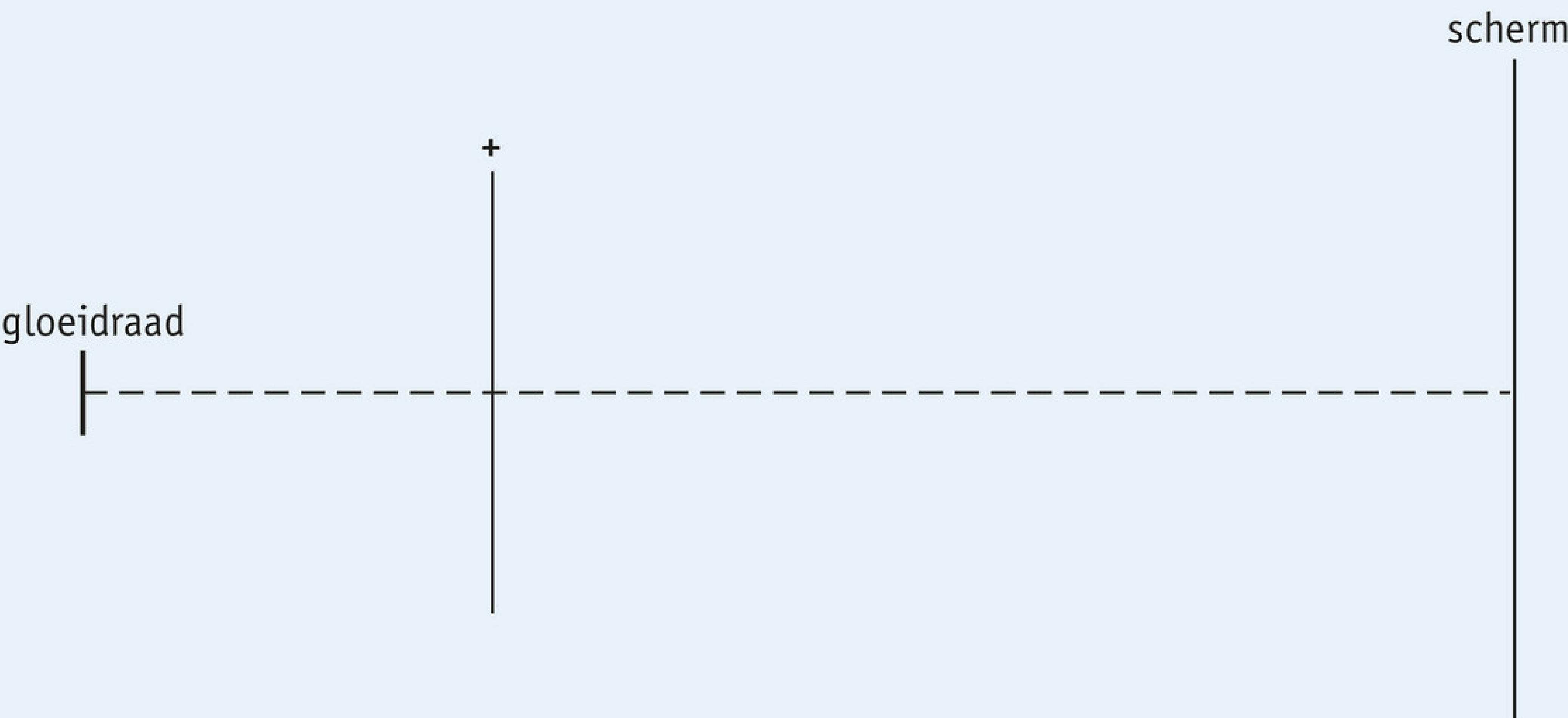
C



D

▲ afbeelding 76

8 Bij een practicumproef wordt de gloeidraad van een lamp afgebeeld op een scherm. In afbeelding 77 zie je de gloeidraad van een lamp, een bolle lens en een scherm. De gloeidraad wordt op het scherm scherp afgebeeld.
Laat met twee constructiestralen zien waar de onderkant en de bovenkant van de gloeidraad op het scherm komen.
Examen 2006, tweede tijdvak



▲ **afbeelding 77**

9 Sommige apparaten werken met infrarood licht en andere met ultraviolet licht. Zet achter de apparaten een kruisje in de juiste kolom.

▼ **tabel 4**

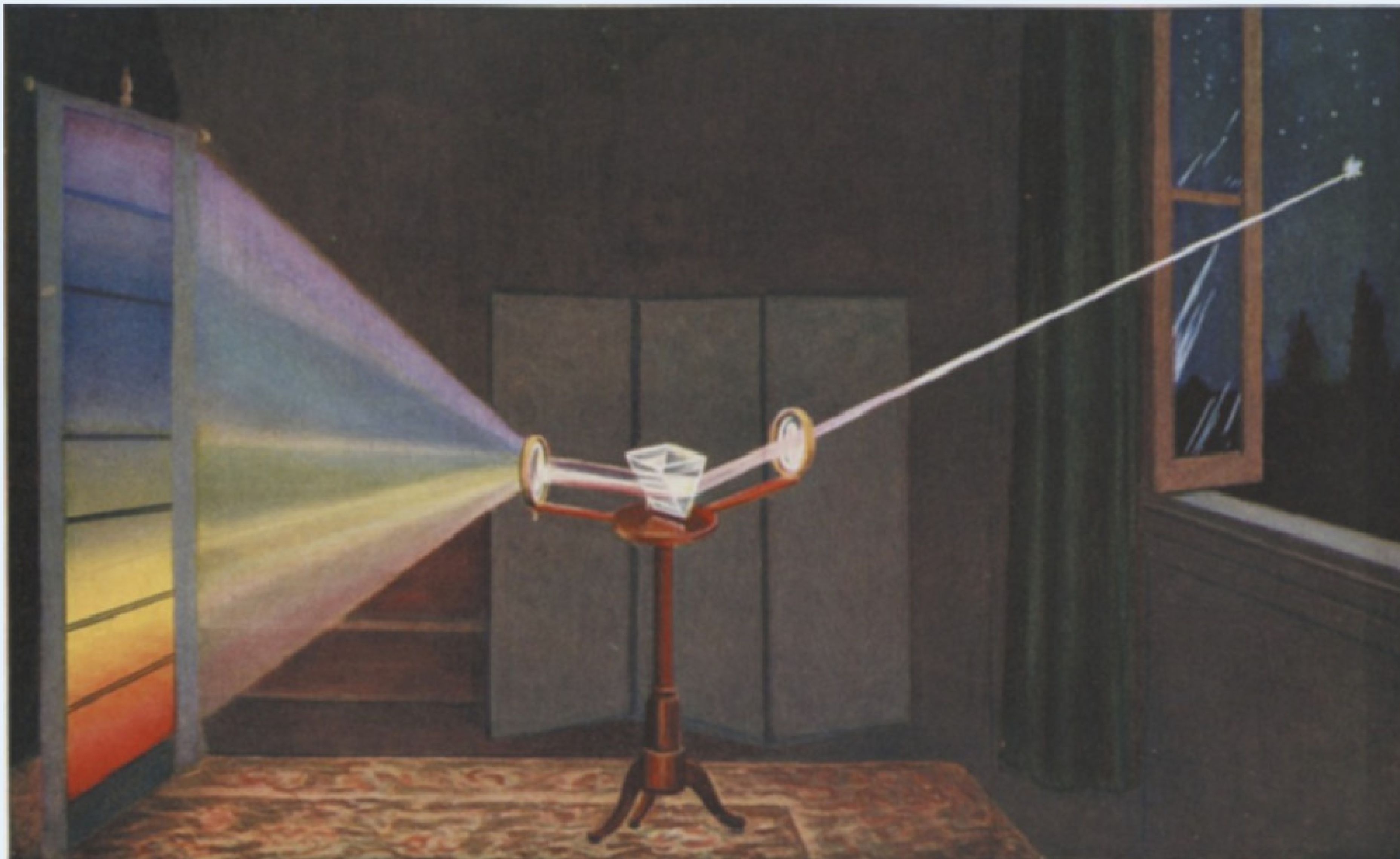
apparaat	infrarood licht	ultraviolet licht
afstandsbediening		
zonnebank		
black light		
bewegingsmelder voor een buitenlamp		

Naar: Examen 2007, eerste tijdvak

10 De bekende wetenschapper Isaac Newton liet zonlicht op een prisma vallen (afbeelding 78). Hij liet zien dat wit (zon-)licht uit verschillende kleuren licht bestaat. Dit zijn dezelfde kleuren die in de regenboog te vinden zijn.
In zonlicht komen ook andere kleuren licht voor: infrarood en ultraviolet licht.
Welke van deze soorten licht kan een mens niet zien?

- ☐ A alleen infrarood licht
- ☐ B alleen ultraviolet licht
- ☐ C zowel infrarood als ultraviolet licht

Examen 2007, eerste tijdvak



▲ **afbeelding 78**
zonlicht op een prisma



2 Krachten

Inhoud

Startvraag

Krachten gebruik je in allerlei situaties.
Schrijf vijf voorbeelden van krachten op.

____

____

____

____

____

1 Krachten herkennen

Er zijn verschillende soorten krachten. Elke kracht heeft zijn eigen toepassingen.

Kracht en uitwerking

Als op je lichaam een **kracht** werkt, voel je dat meestal.
Bijvoorbeeld:
– Je draagt een zware rugzak.
– Iemand geeft je een duw.
– Je zit in een auto die snel afremt.



▲ **afbeelding 1**
Een kracht kan de vorm van een voorwerp veranderen.

Krachten kun je niet zien. De gevolgen van een kracht kun je soms wel zien. Die zichtbare gevolgen van een kracht noem je de **uitwerking** van een kracht. De uitwerking van een kracht kan zijn:
– verandering van de **snelheid** van het voorwerp
– verandering van de **richting** van het voorwerp
– verandering van de **vorm** van het voorwerp

De snelheid van een fiets kun je veranderen door met meer of minder kracht te trappen. De richting van een fiets verander je door het stuur te draaien. Daardoor ontstaat een kracht die de richting van de fiets verandert. Door de kracht van een botsing verandert de vorm van een fiets. Dat zie je in afbeelding 1.

Opgaven

1 Iemand geeft je een duw. Je voelt dat een kracht op je wordt uitgeoefend. Schrijf drie andere voorbeelden op van krachten die je kunt voelen.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

2 Kun je alle krachten voelen? JA / NEE

3 Kun je krachten zien? JA / NEE

4 Kun je de gevolgen van een kracht zien?
☐ A altijd
☐ B nooit
☐ C soms

5 Schrijf drie voorbeelden op van krachten die je niet kunt voelen.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

6 De zichtbare gevolgen van een kracht noem je de ______________ van een kracht.

7 Schrijf de drie uitwerkingen op die een kracht kan hebben.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

8 In de eerste kolom van tabel 1 staan gebeurtenissen waarbij krachten optreden.
Welke zichtbare uitwerking hebben de krachten?
Zet een kruisje in de goede kolom.
De eerste rij is al ingevuld. Soms zijn meer antwoorden mogelijk.

▼ **tabel 1** krachten en hun uitwerking

kracht	verandering van vorm	verandering van richting	verandering van snelheid	geen zichtbare uitwerking
Een auto botst.	X	X (kan)	X	
Een bal wordt gekopt.				
Je gooit een steen weg.				
Hans vangt een bal op.				
Janine knijpt in een blikje.				
Suzanne bijt in een appel.				
Een bodybuilder trekt aan een expander.				
Een steen vliegt door een ruit.				
Fatima probeert een vrachtwagen op te tillen.				
Je duwt hard met je duim op een stuk boetseerklei.				
Je slaat met een hamer op een stuk blik.				
Jan slaat een tennisbal terug.				
Gideon slaat een spijker krom.				
Rinus duwt hard tegen een muur.				

Soorten krachten

Er zijn allerlei soorten krachten, zoals spierkracht, windkracht en veerkracht. Iedere kracht heeft zijn eigen **toepassing**. Dat betekent dat je iedere kracht ergens voor gebruikt.

Als je fietst, duwen je voeten met kracht op de pedalen. Als je een expander uitrekt, oefen je met je handen een kracht uit op de handvatten (afbeelding 2). Dit zijn voorbeelden van **spierkracht**. Alleen mensen en dieren hebben spierkracht.



▶ **afbeelding 2**
Om een expander uit te rekken heb je spierkracht nodig.



▲ **afbeelding 3**
veerkracht in een rubberen bal

Bij de expander voel je het uitgerekte elastiek aan je handen trekken. In het elastiek ontstaat **veerkracht** door de uitrekking. Als je de expander loslaat, krijgt hij weer zijn oude vorm. Veerkracht ontstaat ook als je een veerkrachtig materiaal induwt. Bijvoorbeeld als je in een rubberen bal knijpt (afbeelding 3). Laat je de bal los, dan krijg hij zijn oude vorm terug.

Een touw komt strak te staan als je eraan trekt. In het touw ontstaat dan een **spankracht**. Een strakgespannen touw, kabel of ketting heeft spankracht (afbeelding 4). Met spankracht kun je iets tillen, trekken, takelen of op zijn plaats houden.

▶ **afbeelding 4**
De spankrachten in de touwen houden het schip op zijn plaats.



Als je een tas vol boeken optilt, voel je goed hoe zwaar de tas is. Als je de tas loslaat, valt hij recht naar beneden. Dat komt door de **zwaartekracht**. Zwaartekracht is de kracht waarmee de aarde alle voorwerpen aantrekt. Ook op mensen en dieren werkt zwaartekracht. De kracht die de boekentas uitoefent op je hand noem je het **gewicht**.



▲ **afbeelding 5**
De wrijvingskracht is hier een tegenwerkende kracht.

Wrijvingskracht ontstaat als twee vlakken over elkaar schuiven. Bijvoorbeeld als je een bank verschuift over de vloer (afbeelding 5). Als je niet hard genoeg tegen de bank duwt, krijg je hem niet verschoven. Dat komt ook door wrijving.
De wrijvingskracht van de bank is lastig. Het is een tegenwerkende kracht. Maar wrijvingskracht kan ook nuttig zijn. Bijvoorbeeld de wrijvingskracht tussen de schoenen van de jongen en de vloer. Zonder wrijving zou hij wegglijden.

Magneten trekken ijzer, staal en nikkel aan met **magnetische kracht**. Een magneet heeft een noordpool en een zuidpool. De noordpolen van twee magneten stoten elkaar af, net als twee zuidpolen. De noordpool van een magneet en de zuidpool van een andere magneet trekken elkaar aan.

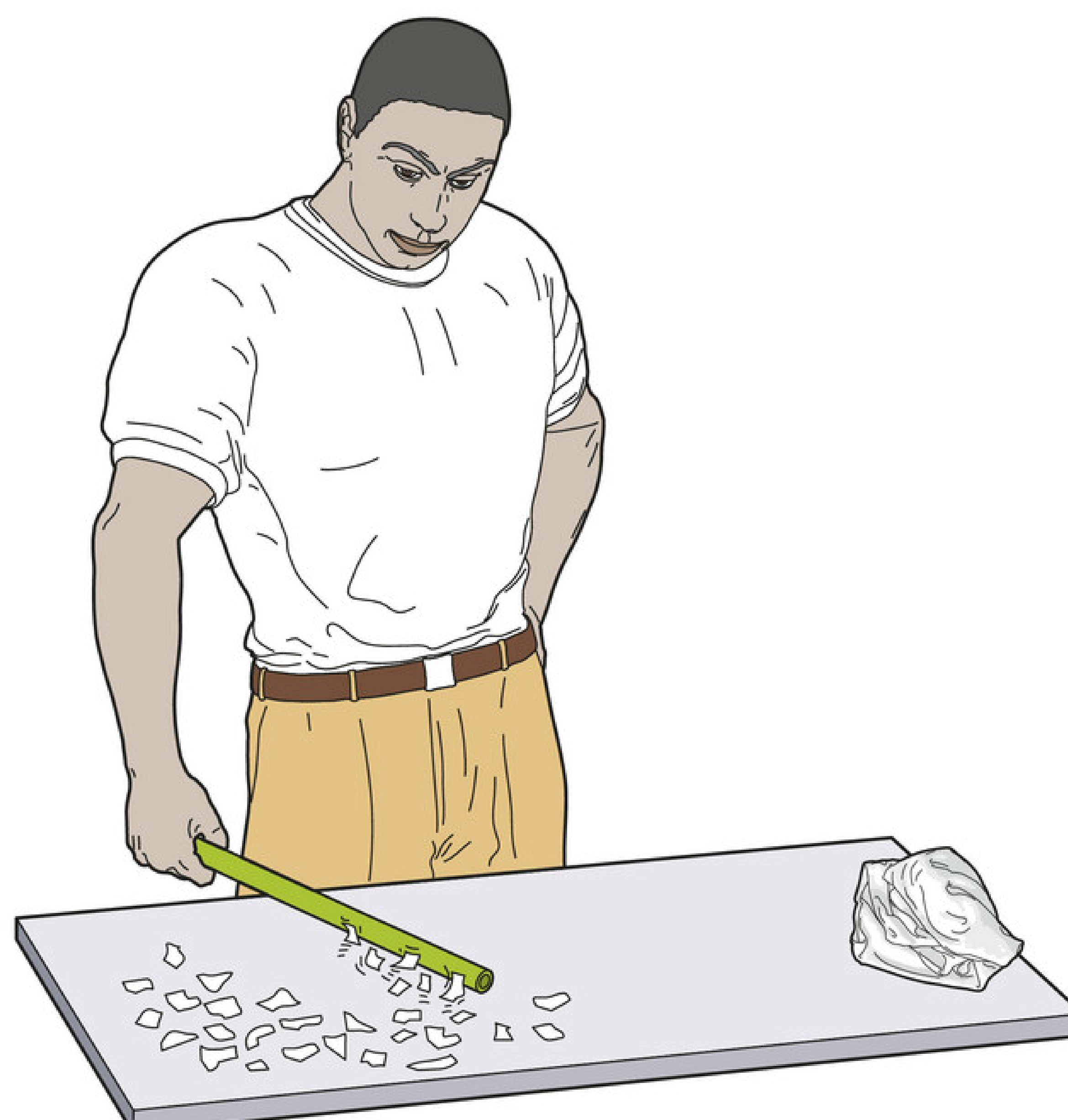


▲ **afbeelding 6**
ijzer tillen met een elektromagneet

Magneten worden bijvoorbeeld gebruikt:
- als kompasnaald;
- in een dynamo;
- in een elektromotor;
- om ijzer te tillen (afbeelding 6).

Als je over een pvc-buis wrijft met een wollen doek, trekt de buis daarna snippers papier aan (afbeelding 7). Door te wrijven krijgt de buis elektrische lading. De pvc-buis heeft nu **elektrische kracht**. Elektrische kracht voel je soms als je een trui of shirt van kunststof uittrekt. Soms hoor je het zelfs een beetje knetteren. Als je lange haren borstelt, ontstaat soms elektrische kracht. De haren stoten elkaar af door elektrische kracht.

▶ **afbeelding 7**
Een geladen pvc-buis heeft elektrische kracht.



Opgaven

9 Is er maar één soort kracht?

- ☐ A Ja, dat is spierkracht.
- ☐ B Ja, want alle krachten zijn hetzelfde.
- ☐ C Nee, er zijn meer soorten krachten.

10 In de eerste kolom van tabel 2 staan toepassingen van verschillende soorten krachten.
Schrijf in kolom 2 de soort kracht.

▼ **tabel 2** toepassingen van krachten

toepassing	soort kracht
papiersnippers optillen met je pen	
kompas	
kracht in de kabel van een takelwagen	
Je tilt een emmer water op.	
stuiterbal	
Remblokjes remmen je fiets af.	
de kracht die op alle voorwerpen werkt	

11 Waarvoor gebruiken mensen de spierkracht van dieren?

____

12 Welke kracht gebruikt een trampolinespringer om hoge sprongen te maken?

- ☐ A elektrische kracht
- ☐ B magnetische kracht
- ☐ C spankracht
- ☐ D veerkracht

13 Door welke kracht komt de trampolinespringer weer naar beneden?

____

14 Op het doek van een trampoline mag de springer niet uitglijden.
Welke soort kracht zorgt ervoor dat hij niet uitglijdt?

- ☐ A spankracht
- ☐ B spierkracht
- ☐ C veerkracht
- ☐ D wrijvingskracht

15 Welke kracht heb je nodig om te kunnen lopen zonder uit te glijden?

____

16 Schrijf drie stoffen op die door een magneet worden aangetrokken.

– ____________________

– ____________________

– ____________________

17 Schrijf drie voorbeelden op waarbij een magneet kan worden gebruikt.

– ____________________

– ____________________

– ____________________

18 Hoe heten de twee polen van een magneet?

____

19 Zuidpolen van twee magneten trekken elkaar WEL / NIET aan.

20 Noordpolen van twee magneten trekken elkaar WEL / NIET aan.

21 Noordpool en zuidpool van twee magneten trekken elkaar WEL / NIET aan.

22 Janine houdt de zuidpool van een sterke magneet bij een ijzeren paperclip.
De paperclip wordt WEL / NIET aangetrokken.

23 Janine draait de magneet om. Ze houdt nu de noordpool van de magneet bij de paperclip.
De paperclip wordt WEL / NIET aangetrokken.

24 Vul in de zinnen de juiste woorden in.
Kies uit: *spierkracht – veerkracht – veren – vorm*.
Johan doet aan krachttraining. Hij gebruikt een expander met veren om zijn spieren te trainen (afbeelding 8).
Om de veren uit te trekken heeft Johan

____________________ nodig.

De veren veranderen van ____________________.

Als hij de expander loslaat, ____________________ ze weer terug.
De veren krijgen hun oude vorm weer terug

door ____________________.



▲ **afbeelding 8**
Johan traint elke dag met een expander.

25 Kun je de kracht zien waarmee Johan de veren uitrekt?
JA / NEE

26 Nick trekt zijn trui uit. Hij voelt dat zijn haren door de trui worden aangetrokken.
Door welke kracht worden zijn haren aangetrokken?

____

27 Bas verschuift zijn bureau. Het verschuiven kost hem veel kracht.
Wat zorgt ervoor dat Bas zo veel kracht nodig heeft?

____

28 Hoe zorg je ervoor dat een plastic buis elektrisch geladen wordt?
- ☐ A door de buis te breken
- ☐ B door de buis te buigen
- ☐ C door de buis te verwarmen
- ☐ D door de buis te wrijven

29 Met welk soort kracht trekt een elektromagneet ijzer aan?
- ☐ A elektrische kracht
- ☐ B magnetische kracht
- ☐ C spankracht
- ☐ D zwaartekracht

Onthouden!

De uitwerking van een kracht kun je soms zien.
Een kracht kan drie gevolgen hebben:
- verandering van vorm
- verandering van richting
- verandering van snelheid

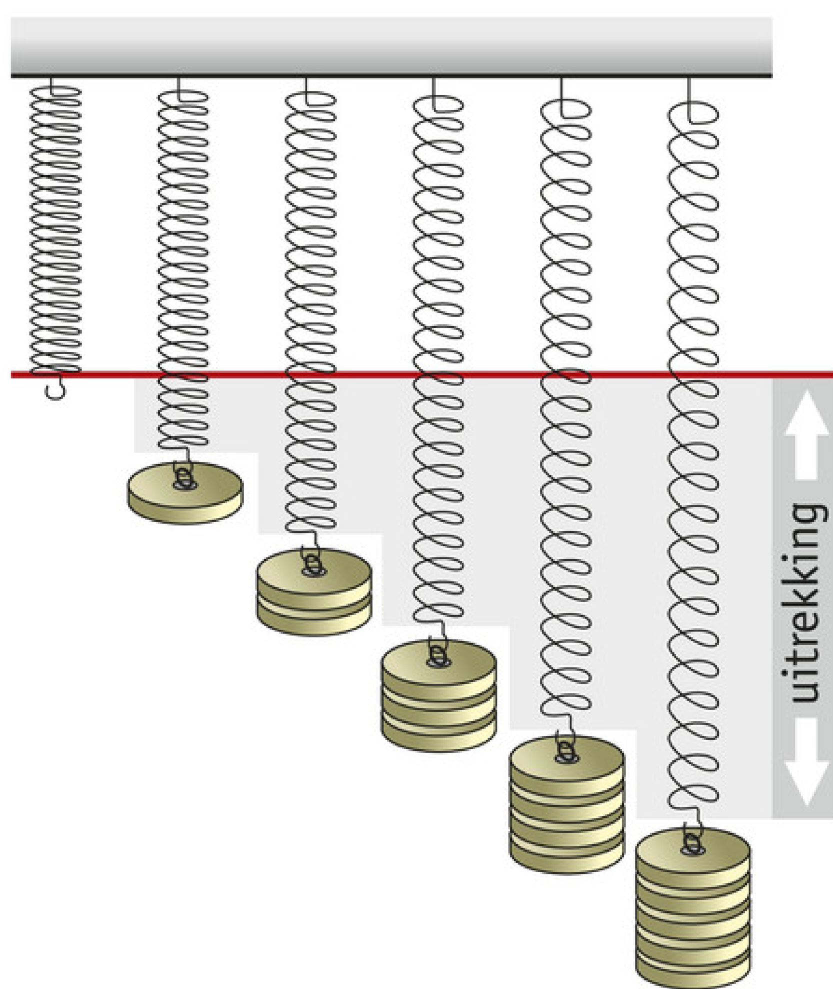
Verschillende soorten krachten zijn: spierkracht, veerkracht, spankracht, zwaartekracht, wrijvingskracht, magnetische kracht, elektrische kracht.
Elk soort kracht heeft zijn eigen toepassingen.

2 Krachten meten

Een kracht kun je niet zien, maar wel meten. Met een krachtmeter meet je de grootte van een kracht.

Krachtmeter

Als je aan een spiraalveer trekt, rekt hij uit. Om de veer uit te rekken, is een kracht nodig. Om de veer verder uit te rekken, is een grotere kracht nodig. Dit zie je als je massablokjes aan de veer hangt (afbeelding 9). Hoe meer blokjes je aan de veer hangt, hoe groter de uitrekking.

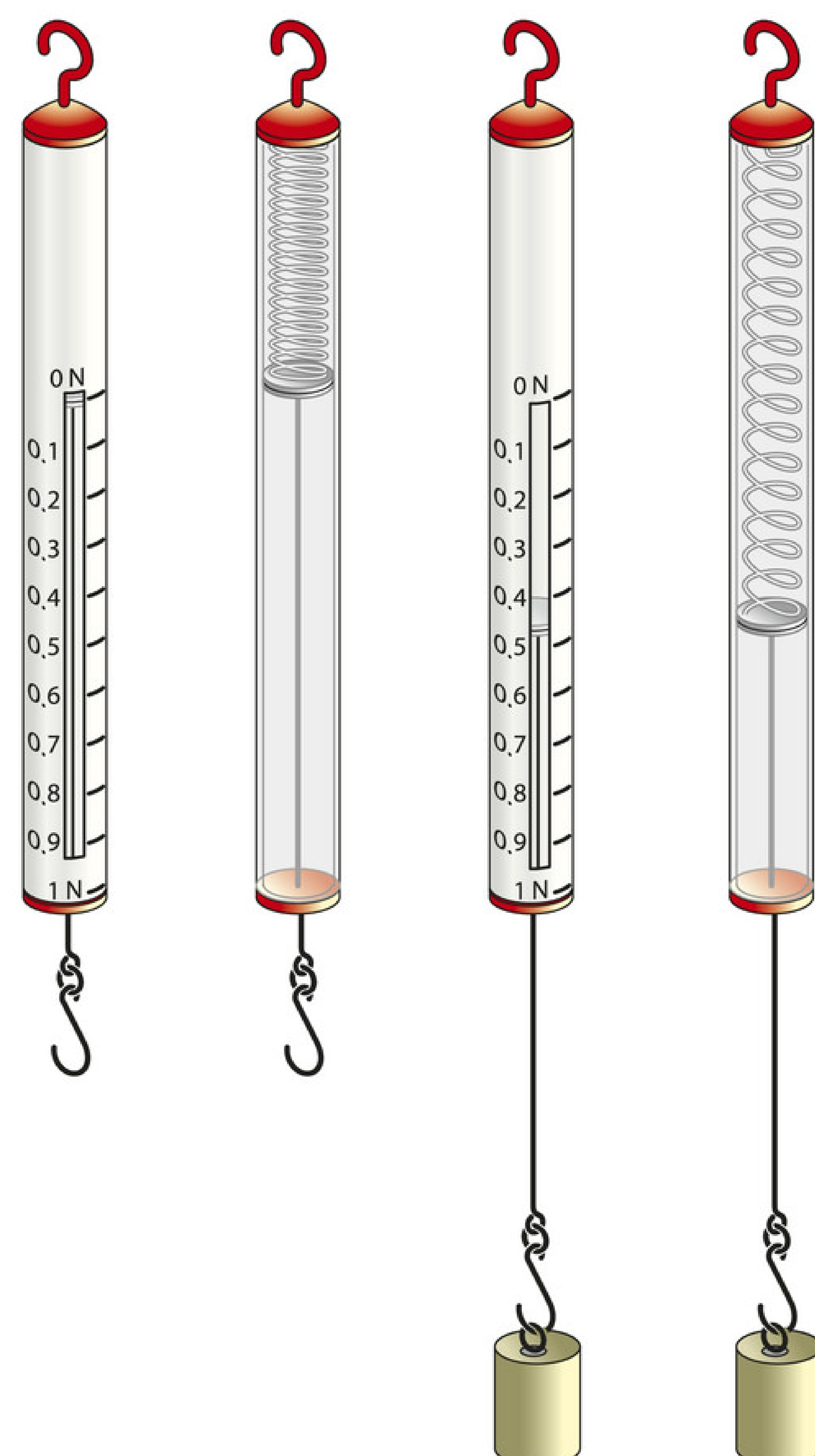


▲ **afbeelding 9**
Hoe groter de kracht, hoe groter de uitrekking.

In een **krachtmeter** zit een veer die uitrekt als je aan het haakje trekt (afbeelding 10). De wijzer beweegt langs een schaalverdeling. Hierdoor geeft de wijzer aan hoe groot de kracht is. Een andere naam voor een krachtmeter is **veerunster**.

Een krachtmeter meet de grootte van de kracht in **newton**. Newton is de eenheid van kracht. 1 newton kort je af als: 1 N. Hoe meer newton, hoe groter de kracht.

▶ **afbeelding 10**
In een krachtmeter zit een veer.



Een veer van dun draad rekt gemakkelijk uit. Met een dunne veer kun je een kleine kracht nauwkeurig meten. Een veer van dik draad is moeilijker uit te rekken. Er is meer kracht voor nodig.
Bij natuurkunde heb je daarom drie krachtmeters:
- meters voor krachten tot 1 N
- meters voor krachten tot 5 N
- meters voor krachten tot 10 N

In de krachtmeter voor 0–1 N zit een veer van dun draad. Al bij een kleine kracht gaat de wijzer naar beneden. De krachtmeter voor 0–10 N heeft een veer van dikker draad. Er is een grotere kracht nodig om de wijzer naar beneden te bewegen.

Krachtsensor

Krachten kun je ook meten met een digitale krachtmeter of **krachtsensor** (afbeelding 11). In dit meetapparaat zit geen veer, maar een elektronische druk- of krachtsensor. Die sensor meet de kracht die erop wordt uitgeoefend.
Sommige krachtsensors zijn aangesloten op een computer. Andere krachtsensors hebben zelf een scherm. Op het scherm kun je de meetwaarde aflezen in N. Een krachtsensor meet veel nauwkeuriger dan een krachtmeter met een veer.

▶ **afbeelding 11**



ⓐ een krachtsensor met een eigen scherm



ⓑ een krachtsensor om aan te sluiten op een computer

Opgaven

30 Hoe wordt een krachtmeter met een veer ook genoemd?

____

31 Vul de ontbrekende woorden in.
Kies uit: *dik – dun – schaalverdeling – veer – wijzer.*

In de krachtmeter zit een ____________________ die uitrekt. De ____________________ schuift langs een ____________________. De krachtmeter van 1 N heeft een veer van ____________________ draad. De krachtmeter van 10 N heeft een veer van ____________________ draad.

32 In welke eenheid meet een krachtmeter de kracht?

____

33 Wat is een krachtsensor?

____

____

34 Een krachtsensor werkt WEL / NIET met een veer.

35 Op welk apparaat moet je een krachtsensor zonder scherm aansluiten?

____

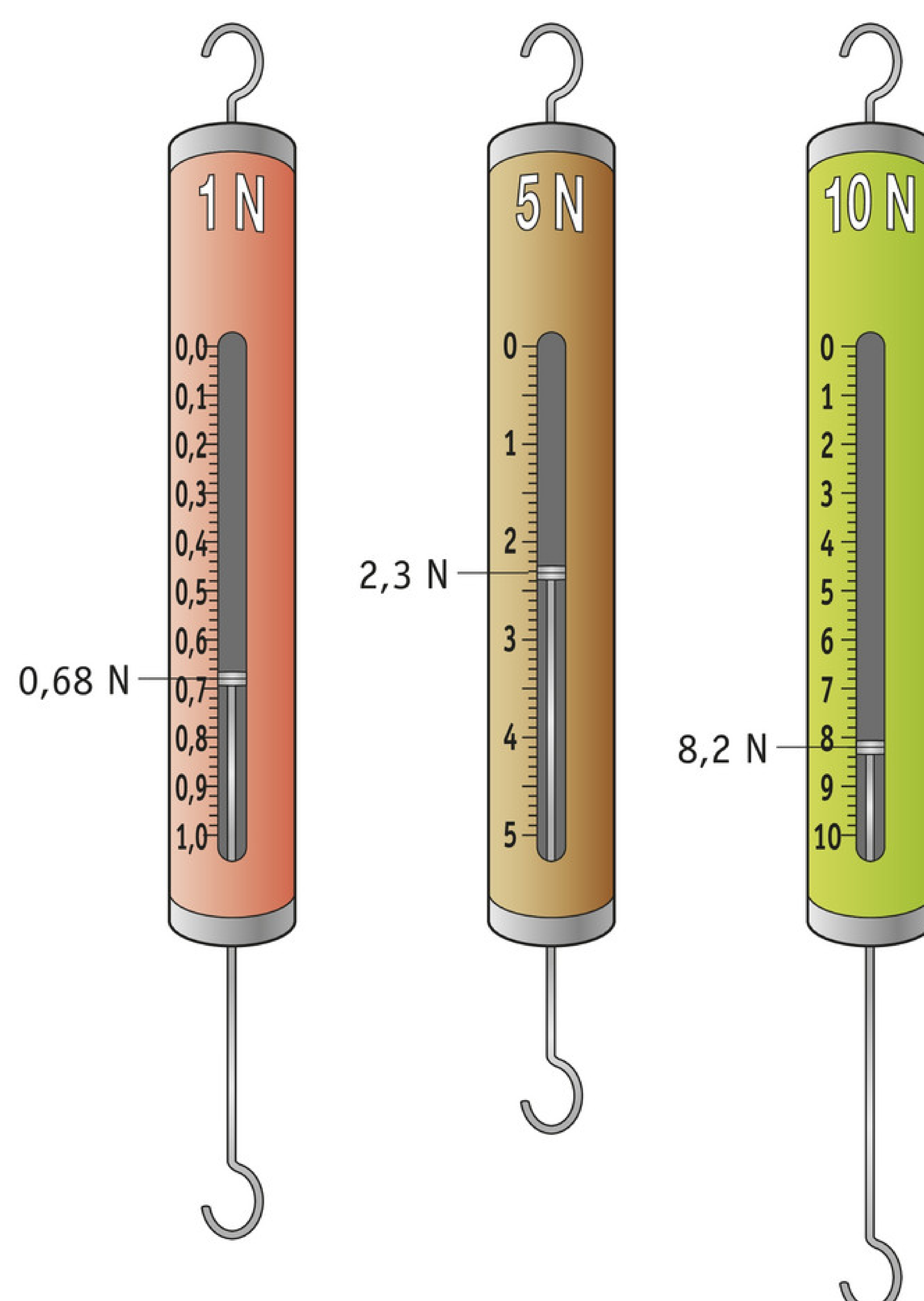
36 Met welk soort krachtmeter kun je het nauwkeurigst een kracht meten?
- ☐ A een digitale krachtmeter
- ☐ B een krachtmeter met een veer

Zwaartekracht meten

Met een krachtmeter meet je de zwaartekracht op een voorwerp. De zwaartekracht is even groot als het gewicht van een voorwerp. Je leest het aantal newton af op de schaalverdeling. Daarom moet je de schaalverdeling van een krachtmeter goed begrijpen.

In afbeelding 12 zie je drie voorbeelden. Om de meter goed af te lezen, let je op de volgende punten:
– Wat is de grootste kracht die deze meter kan meten?
– Bij welk streepje staat de wijzer?

Let op!
De schaalverdeling van een krachtmeter loopt van boven naar beneden.



▶ **afbeelding 12** drie verschillende krachtmeters

Opgaven

37 Bij natuurkunde worden verschillende krachtmeters gebruikt.
Bij deze meters is de draad van de veer WEL / NIET even dik.

38 Kijk naar afbeelding 13.
Bij welke krachten staan de pijlen in afbeelding 13a?

A = __________ N

B = __________ N

C = __________ N

D = __________ N

E = __________ N

39 Bij welke krachten staan de pijlen in afbeelding 13b?

F = ________ N

G = ________ N

H = ________ N

I = ________ N

J = ________ N

40 Bij welke krachten staan de pijlen in afbeelding 13c?

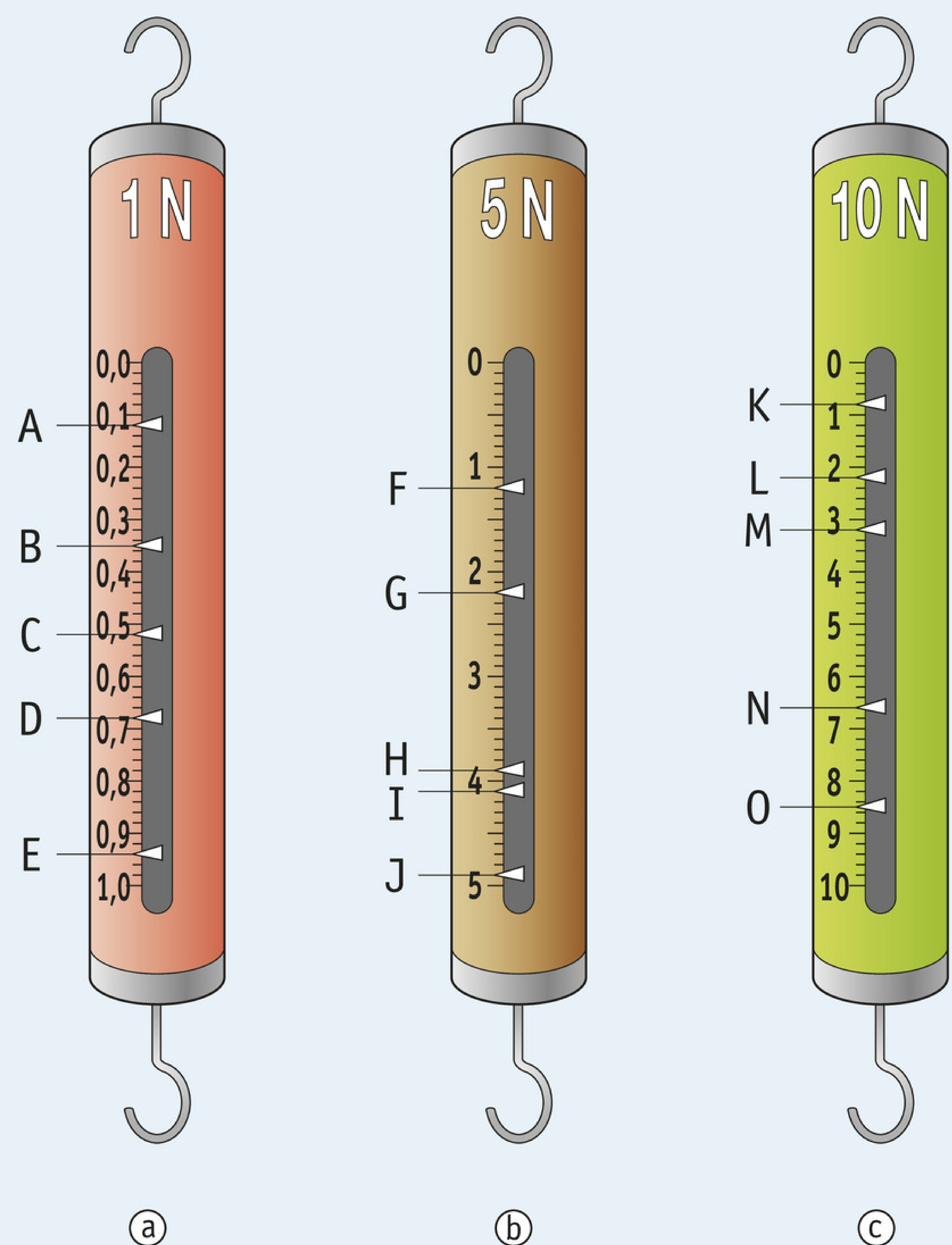
K = ________ N

L = ________ N

M = ________ N

N = ________ N

O = ________ N

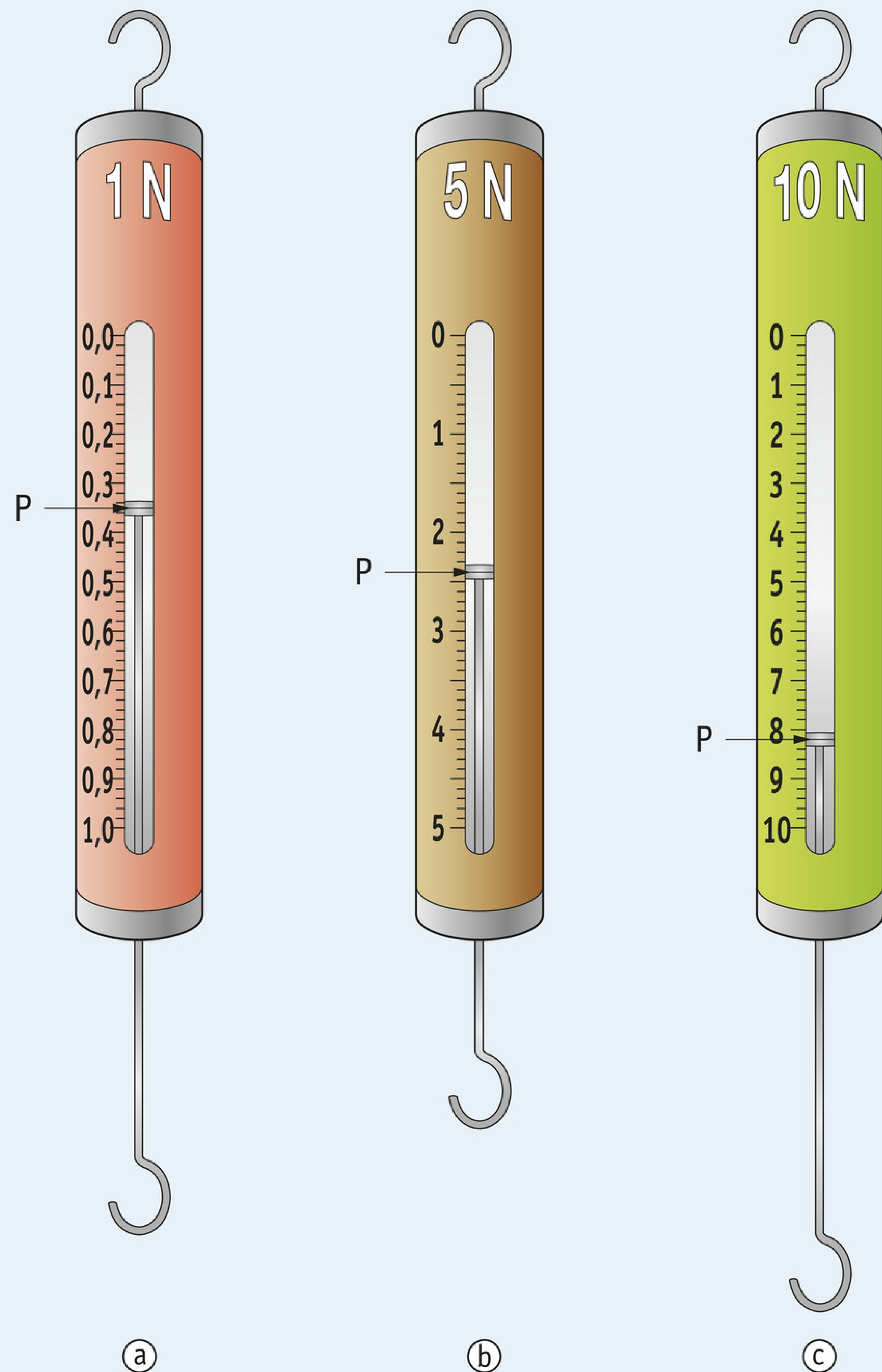


▲ **afbeelding 13**
De pijlen wijzen een kracht aan.

41 In afbeelding 14a is een pijl P getekend bij 0,35 N.
Teken op dezelfde manier de volgende pijlen bij de schaalverdeling:
- pijl A bij 0,25 N
- pijl B bij 0,05 N
- pijl C bij 0,64 N
- pijl D bij 0,82 N
- pijl E bij 0,98 N

42 In afbeelding 14b is een pijl P getekend bij 2,4 N.
Teken op dezelfde manier de volgende pijlen bij de schaalverdeling:
- pijl F bij 0,4 N
- pijl G bij 1,8 N
- pijl H bij 3,2 N
- pijl I bij 3,9 N
- pijl J bij 4,6 N

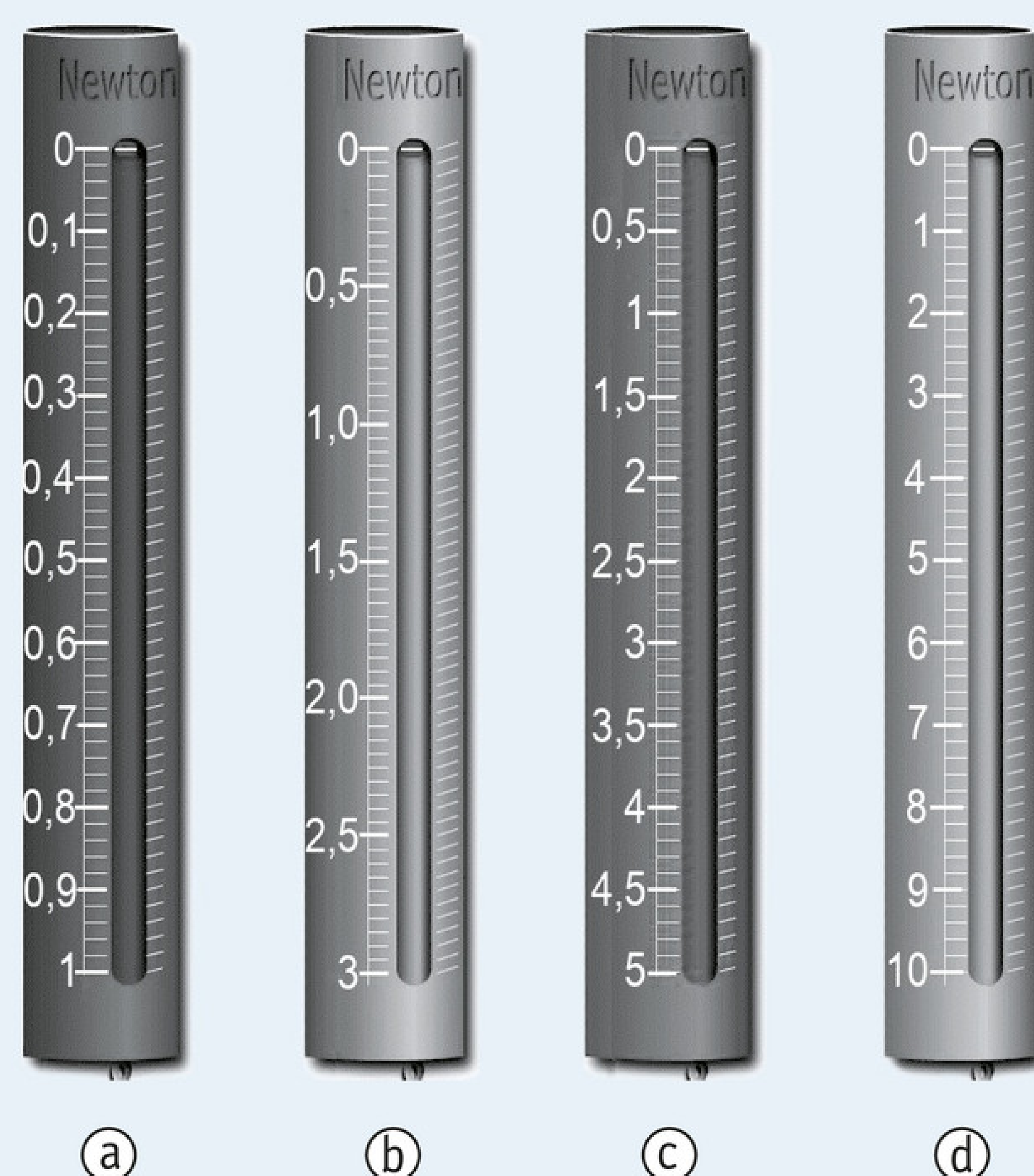
43 In afbeelding 14c is een pijl P getekend bij 8,2 N.
Teken op dezelfde manier de volgende pijlen bij de schaalverdeling:
- pijl K bij 0,8 N
- pijl L bij 2,3 N
- pijl M bij 4,4 N
- pijl N bij 5,9 N
- pijl O bij 9,3 N



▲ **afbeelding 14**
Teken de pijlen bij de schaalverdeling.

44 Emiel voert een practicum uit. Hij gebruikt blokjes met een gewicht van in totaal 2,4 N. Met welke krachtmeter in afbeelding 15 kan hij het totale gewicht van de blokjes het nauwkeurigst bepalen?
- ☐ A met krachtmeter A
- ☐ B met krachtmeter B
- ☐ C met krachtmeter C
- ☐ D met krachtmeter D

Examen 2014, eerste tijdvak



▲ **afbeelding 15**
vier krachtmeters

Zwaartekracht en gewicht

Op alle voorwerpen op aarde werkt de zwaartekracht. De zwaartekracht werkt altijd recht naar beneden. Het symbool voor zwaartekracht is F_z. De F is het symbool voor een kracht. De F komt van het Engelse woord force (kracht). De z staat voor zwaartekracht.

Als je een voorwerp optilt, voel je de zwaartekracht op dat voorwerp. Het voorwerp oefent een kracht uit op je hand. Die kracht noem je het **gewicht** (symbool F_G – de g staat voor gewicht). Hang je een voorwerp aan een krachtmeter, dan meet je het gewicht van het voorwerp. Gewicht en zwaartekracht zijn even groot. Gewicht en zwaartekracht geef je aan in newton (N).

Als je de massa weet, kun je het gewicht berekenen. Daarvoor gebruik je de formule:

gewicht = massa × 10

Je moet de massa invullen in kg. Als de massa gegeven is in g, moet je eerst omrekenen naar kg.
1000 g = 1 kg

Voorbeeld 1
Wat is het gewicht van een voorwerp van 2,1 kg?
gewicht = massa × 10
gewicht = 2,1 × 10
gewicht = 21 N

Voorbeeld 2
Wat is het gewicht van een voorwerp van 550 g?
550 g = 0,55 kg
gewicht = massa × 10
gewicht = 0,55 × 10
gewicht = 5,5 N

Door de zwaartekracht valt je pen naar beneden als je hem loslaat. Laat je de pen vallen van grote hoogte, dan valt hij steeds sneller naar beneden. Vallende voorwerpen gaan iedere seconde 10 m/s sneller. Dit noem je de **valversnelling**. De valversnelling is een gevolg van de zwaartekracht die op elk voorwerp werkt.

De valversnelling op aarde is 10 m/s^2. Dit kun je vinden in tabel 1 van je Binas.

Je hebt geleerd: gewicht = massa × 10.
In deze formule is het getal 10 de valversnelling. Je kunt de formule dus ook opschrijven als:

gewicht = massa × valversnelling

Deze formule staat in je Binas (tabel 7).

Opgaven

45 Wat is de eenheid van zwaartekracht?
- ☐ A gram
- ☐ B kilogram
- ☐ C m/s^2
- ☐ D newton

46 Reken de massa in g om naar de massa in kg.
Bereken daarna de zwaartekracht in N.
De eerste regel is voorgedaan.
1000 g = 1 kg = 10 N

2000 g = ____ kg = ______ N

5000 g = ____ kg = ______ N

8000 g = ____ kg = ______ N

6000 g = ____ kg = ______ N

47 In tabel 3 staan voorwerpen. De massa van elk voorwerp staat in de kolom ernaast.
Bereken de zwaartekracht op de voorwerpen. Rij 1 is voorgedaan.

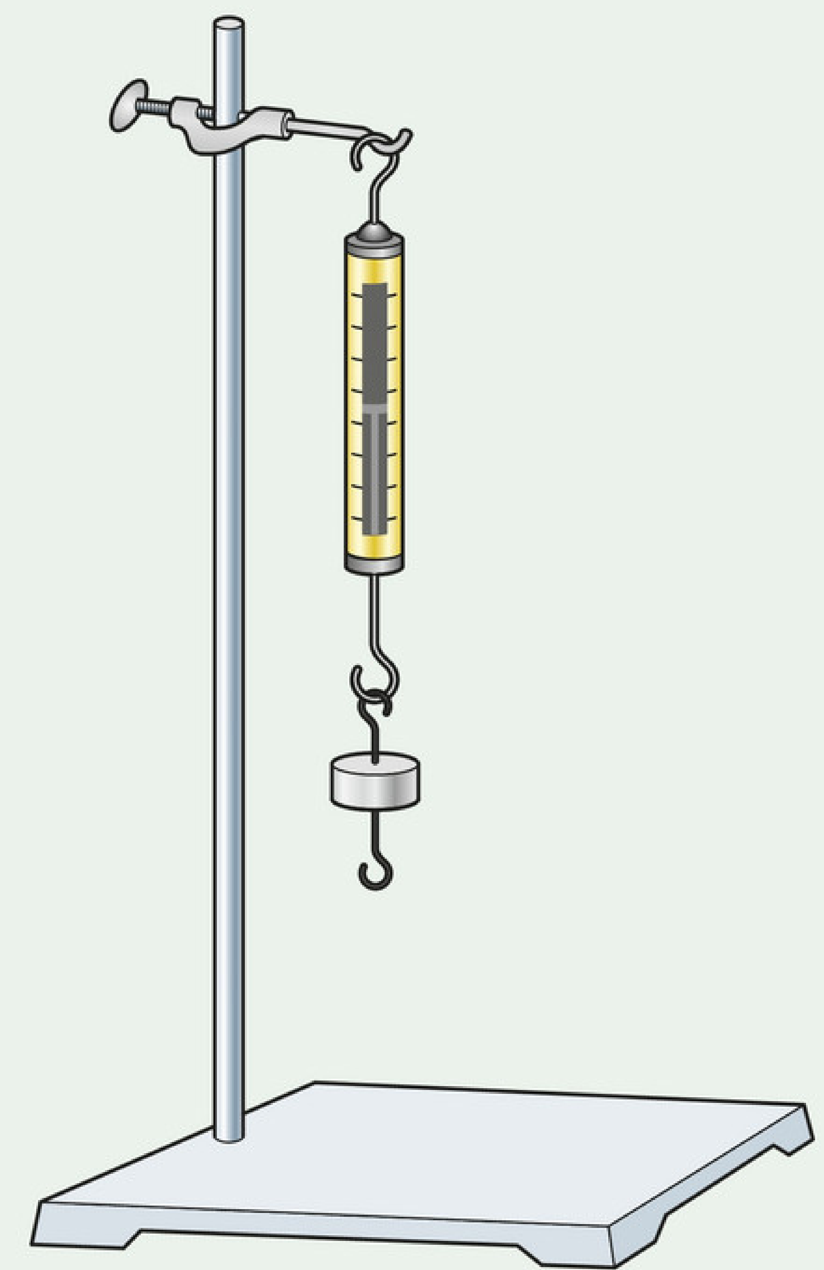
▼ **tabel 3** Bereken de zwaartekracht.

voorwerp	massa (kg)	zwaartekracht (N)
fiets	21 kg	210 N
zak aardappels	2,5 kg	N
pak suiker	1 kg	N
poes	4 kg	N
hond	12 kg	N
leraar	78 kg	N
snoep	0,1 kg	N
zak cement	25 kg	N
auto	1120 kg	N
fles limonade	1,5 kg	N

Proef 1 Valversnelling

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 statiefvoet
- ☐ 1 statiefstang
- ☐ 1 statiefklem
- ☐ 1 haak
- ☐ 1 krachtmeter van 3 N
- ☐ 1 krachtmeter van 10 N
- ☐ 5 massablokjes van 50 g
- ☐ 1 massablok van 1000 g



▲ **afbeelding 16**
de opstelling voor proef 1

Uitvoering

- Hang de krachtmeter van 3 N aan het statief (afbeelding 16).
- Hang één massablokje van 50 g aan de krachtmeter.

1 Vul in: 50 g = ________ kg

- Schrijf de massa van het blokje in tabel 4.
- Lees de zwaartekracht van het massablokje af op de krachtmeter.

2 Vul in: de zwaartekracht op een blokje van 50 g is ________ N.

- Schrijf de zwaartekracht op het blokje in tabel 4.
- Hang nog een blokje aan de krachtmeter.

3 Aan de krachtmeter hangt nu: 2 × 50 g = ________ g

4 Vul in: 100 g = ________ kg

- Schrijf deze massa in tabel 4.

5 Hoeveel N is de zwaartekracht op 100 g?

____

- Schrijf de zwaartekracht in tabel 4.
- Hang vijf blokjes van 50 g aan de krachtmeter.

6 De massa van deze vijf blokjes is: 5 × 50 g = ________ g

7 Hoe groot is de zwaartekracht op 250 g?

____

- Schrijf de massa en de zwaartekracht in tabel 4.

- Haal de krachtmeter van 3 N van het statief. Hang de krachtmeter van 10 N op.
- Hang 1 kg aan de krachtmeter.

8 Hoe groot is de zwaartekracht op 1 kg?

___

- Schrijf de massa en de zwaartekracht in tabel 4.

▼ tabel 4

massa (g)	massa (kg)	zwaartekracht (N)	zwaartekracht (N) : massa (kg)
50 g			
100 g			
250 g			
1000 g			

- Pak je rekenmachine.
- Reken voor elke rij uit: **zwaartekracht** : **massa**. De massa moet je invullen in kg.
- Schrijf elke keer de uitkomst in de vierde kolom.

9 De uitkomst is WEL / NIET steeds 10.

Deze uitkomst noem je de **valversnelling**.
Als je de massa weet, kun je de zwaartekracht uitrekenen. Daarvoor gebruik je de valversnelling.

zwaartekracht = massa × 10

Omdat het gewicht en de zwaartekracht even groot zijn, mag je ook schrijven:

gewicht = massa × 10

Let op!
In deze formule moet je de massa invullen in kilogram (kg).

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

48 Welke kracht werkt op alle voorwerpen op aarde?

___

49 In welke richting werkt de zwaartekracht?
- ☐ A naar achteren
- ☐ B naar beneden
- ☐ C naar boven
- ☐ D naar voren

50 Wat is het symbool voor zwaartekracht?

- ☐ A F
- ☐ B F_{Z}
- ☐ C F_{z}
- ☐ D F_{zw}

51 Je tilt een voorwerp op met je hand.
Hoe noem je de kracht die het voorwerp op je hand uitoefent?

- ☐ A gewicht
- ☐ B handkracht
- ☐ C spankracht
- ☐ D zwaartekracht

52 Wat is het symbool voor gewicht?

- ☐ A F
- ☐ B F_{G}
- ☐ C F_{G}
- ☐ D F_{gew}

53 **a** Met welke formule kun je het gewicht van een voorwerp uitrekenen?

gewicht = ____________________

b In welke eenheid moet je de massa invullen in deze formule?

____

54 Je laat een steen van een brug in het water vallen.
De steen valt WEL / NIET steeds sneller naar beneden.

55 Wat wordt bedoeld met valversnelling?

Voorwerpen die naar beneden vallen, gaan steeds ____________________.

56 Zoek in tabel 7 van je Binas de formule voor gewicht op.

Vul de formule verder in: gewicht = ____________________

57 Zoek in tabel 1 van je Binas op hoe groot de valversnelling op aarde is.

De valversnelling op aarde is ____________________.

58 Bereken het gewicht van een voorwerp van 21 kg.

gewicht = massa × ____________________

gewicht = ____________________

gewicht = ____________________ N

59 Wat is het gewicht van een voorwerp van 1520 g?

1520 g = ______________________________ kg

gewicht = ______________________________

gewicht = ______________________________

gewicht = ______________________________

Onthouden!

Een andere naam voor krachtmeter is veerunster.
Een krachtsensor is een digitale krachtmeter.
Het symbool voor kracht is F.
De eenheid van kracht is newton (N).
Zwaartekracht en gewicht zijn gelijk aan elkaar.
Het symbool voor zwaartekracht is F_z.
Het symbool voor gewicht is F_g.
gewicht = massa × valversnelling
gewicht = massa × 10
De valversnelling op aarde is 10 m/s^2.

3 Krachten tekenen

Bij natuurkunde is het vaak handig als je een kracht zichtbaar kunt maken. Daarom wordt een kracht getekend als een pijl.

Een pijl

In afbeelding 11 zie je Kim met haar rugzak. De rugzak oefent een kracht uit op de hand van Kim. De kracht is getekend als een pijl. Een ander woord voor deze pijl is **vector**.

Om een kracht te tekenen moet je drie dingen weten:
- het **aangrijpingspunt** van de kracht
- de **richting** van de kracht
- de **grootte** van de kracht

Op de plaats waar de kracht werkt, teken je het aangrijpingspunt. In afbeelding 17 is dat het handvat van de rugzak. Hier begint de pijl. De richting van de kracht zie je aan de pijlpunt. In afbeelding 17 is dat recht naar beneden. Bij de pijl staat het symbool F_g. Hieraan zie je dat de pijl het gewicht voorstelt.



▲ **afbeelding 17**
De rugzak oefent een kracht uit op de hand van Kim.

De grootte van een kracht zie je aan de lengte van de pijl. Daarvoor moet je wel de **krachtenschaal** weten. De krachtenschaal is de afspraak over de lengte van de pijl.
In afbeelding 17 is de krachtenschaal:
1 cm ≙ 10 N
Dit spreek je uit als: een centimeter komt overeen met tien newton.

De lengte van de pijl in afbeelding 17 is 2,5 cm.
Nu kun je de grootte van de kracht uitrekenen. Daarvoor gebruik je de formule:

kracht = lengte × krachtenschaal

kracht = 2,5 × 10
kracht = 25 N

De kracht van de rugzak op de hand van Kim is 25 N.

Voorbeeld 3
Je moet een kracht tekenen van 400 N. Je kiest als krachtenschaal:
1 cm ≙ 100 N.
Hoe lang de pijl moet zijn, bereken je met de formule:

lengte = kracht : krachtenschaal

lengte = 400 : 100
lengte = 4 cm

Je tekent een pijl van 4 cm. Bij de punt van de pijl schrijf je de letter *F*. Daarmee geef je aan dat de pijl een kracht voorstelt.

Opgaven

60 Een kracht geef je in een tekening WEL / NIET aan met een pijl.

61 Wat is een vector?

____

62 Welke drie dingen moet je weten om een kracht te tekenen?

- het ______________ van de kracht
- de ______________ van de kracht
- de ______________ van de kracht

63 Hoe heet de plaats waar de kracht werkt?

____

64 Hoe geef je in de tekening de richting van de kracht aan?

____

65 Hoe laat je in de tekening zien hoeveel newton de kracht is?

____

66 De krachtenschaal heb je WEL / NIET nodig om de lengte van de pijl te berekenen.

67 Hoe schrijf je kort: één centimeter komt overeen met honderd newton?

____

68 Je tekent een kracht.
Welke twee gegevens heb je dan nodig om de lengte van de pijl uit te rekenen?

- ______________________________
- ______________________________

69 Met welke formule bereken je hoe lang je de pijl moet tekenen?

lengte = ______________________

70 Je moet een kracht tekenen van 200 N. Je kiest als krachtenschaal: 1 cm ≙ 50 N.
Reken uit hoe lang de pijl moet zijn. Vul eerst de woordformule in.

lengte = ______________________

lengte = ______________________

lengte = ______________________

71 In een tekening is een kracht getekend. De lengte van de pijl is 5 cm.
De krachtenschaal is: 1 cm ≙ 125 N.
Bereken de kracht met de formule: kracht = lengte × krachtenschaal

____

____

72 In een tekening is een kracht getekend. De lengte van de pijl is 6 cm.
De krachtenschaal is: 1 cm ≙ 25 N.
Reken uit hoe groot de kracht is. Vul eerst de woordformule in.

kracht = ______________________

kracht = ______________________

kracht = ______________________

73 In kolom 1 van tabel 5 staan krachten. In kolom 2 staat de krachtenschaal.
Reken voor elke kracht uit hoe lang je de pijl moet tekenen. Schrijf de lengte in kolom 3.

▼ **tabel 5** Bereken de lengte van de pijl.

kracht	krachtenschaal	lengte van de pijl
100 N	1 cm ≙ 100 N	cm
200 N	1 cm ≙ 50 N	cm
800 N	1 cm ≙ 100 N	cm
400 N	1 cm ≙ 50 N	cm
1000 N	1 cm ≙ 500 N	cm
2500 N	1 cm ≙ 1000 N	cm
1500 N	1 cm ≙ 500 N	cm
5000 N	1 cm ≙ 1000 N	cm

+74 Jan, Koos en Hafid tillen ieder een emmer (afbeelding 18).

a Met welk soort kracht tillen Jan, Koos en Hafid de emmer op?

____

b De emmer van Jan weegt 100 N (afbeelding 18a). Neem als krachtenschaal:
1 cm ≙ 50 N.
Bereken de lengte van de pijl voor de kracht van Jan. Schrijf eerst de formule op.

lengte = ____

lengte = ____

c De emmer van Koos weegt 50 N (afbeelding 18 b). Neem als krachtenschaal:
1 cm ≙ 50 N.
Bereken de lengte van de pijl voor de kracht van Koos.

lengte = ____

d De emmer van Hafid weegt 200 N (afbeelding 18 c). Neem als krachtenschaal:
1 cm ≙ 50 N.
Bereken de lengte van de pijl voor de kracht van Hafid.

lengte = ____

e Teken de drie pijlen in afbeelding 18.



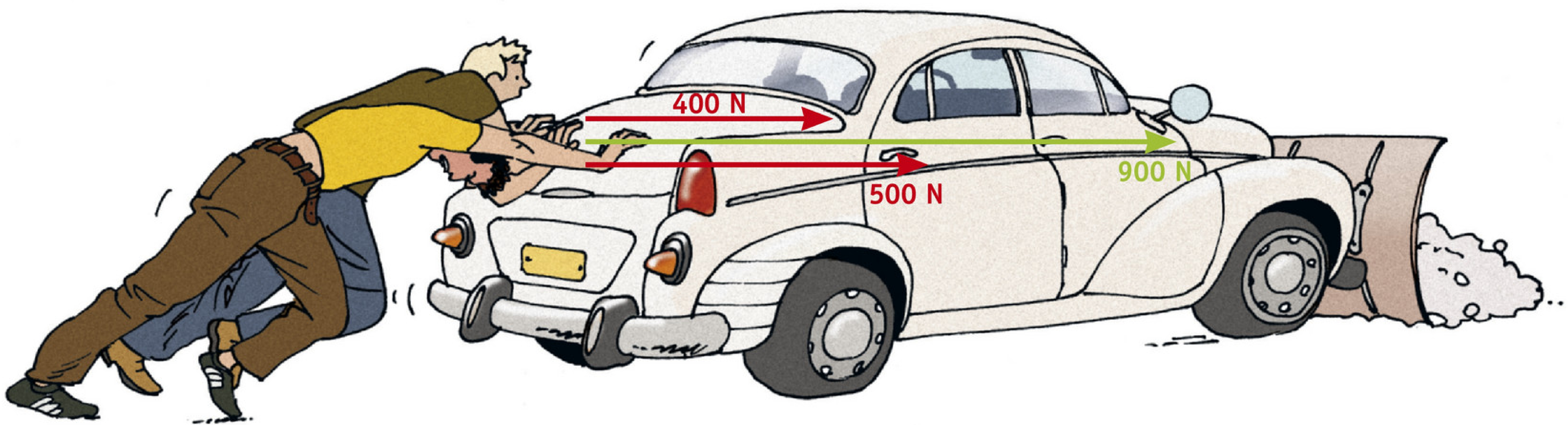
▲ **afbeelding 18**
Jan, Koos en Hafid tillen ieder een emmer.

Krachten samenstellen

Soms werken er meerdere krachten op een voorwerp. Krachten die in dezelfde richting werken, tel je op. Krachten in tegengestelde richting trek je van elkaar af. Dit heet het samenstellen van krachten.

Voorbeeld 4
Rajeev en Sjors duwen samen een auto vooruit (afbeelding 19). Rajeev duwt met een kracht van 500 N. Sjors duwt met een kracht van 400 N. Samen duwen ze met een kracht van:
500 N + 400 N = 900 N

De optelsom van alle krachten samen is de **nettokracht**. Een ander woord voor nettokracht is **resultante**. De nettokracht van Rajeev en Sjors is de groene pijl in afbeelding 19.

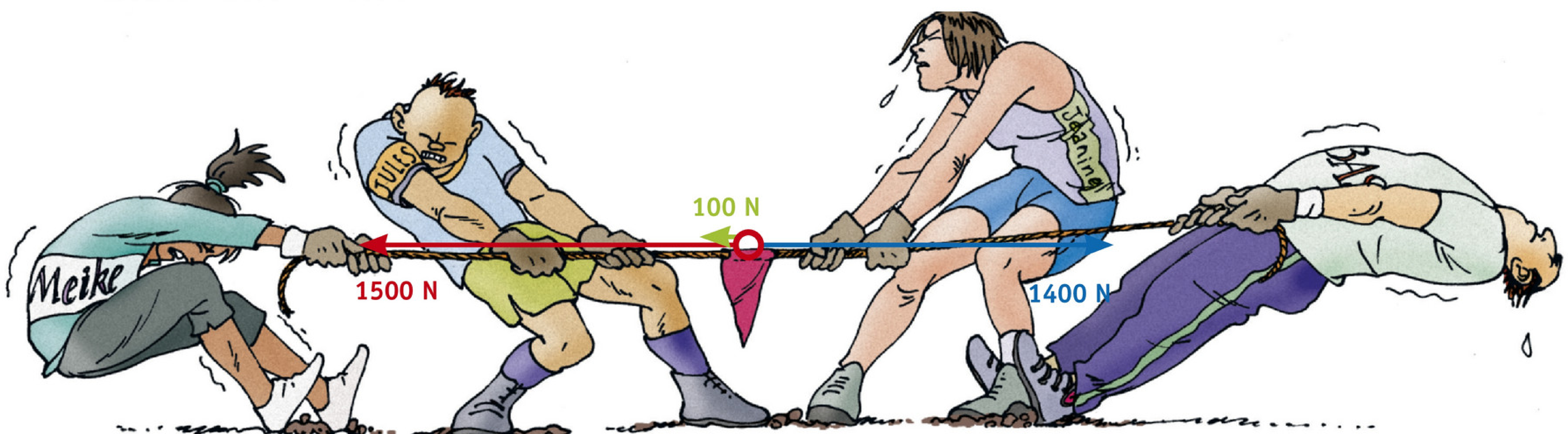


▲ **afbeelding 19**
500 N + 400 N = 900 N

Voorbeeld 5
Vier vrienden doen een wedstrijd touwtrekken (afbeelding 20). Op het touw werken vier krachten.
Meike trekt met 800 N naar links. Jules trekt met 700 N naar links.
Alle krachten naar links kun je bij elkaar optellen:
800 N + 700 N = 1500 N
nettokracht 1 = 1500 N naar links (rode pijl)

Jeanine trekt met 600 N naar rechts. Bas trekt met 800 N naar rechts.
600 N + 800 N = 1400 N
nettokracht 2 = 1400 N naar rechts (blauwe pijl)

▼ **afbeelding 20**
1500 N – 1400 N = 100 N



Er is een kracht van 1500 N naar links en een kracht van 1400 N naar rechts. Nu weet je wie de wedstrijd gaat winnen. Je moet dan de krachten van elkaar aftrekken.
1500 N − 1400 N = 100 N
nettokracht = 100 N naar links (groene pijl)

Er werkt een kracht van 100 N naar links. Meike en Jules gaan winnen.

Opgaven

75 De resultante van krachten die op een voorwerp werken kun je WEL / NIET uitrekenen.

76 Welke twee namen heeft de optelsom van alle krachten samen?

_______________ of _______________

77 Er werkt meer dan één kracht op een voorwerp. De krachten werken niet allemaal in dezelfde richting. Je wilt de resultante van die krachten weten.
Wat moet je doen met die krachten?
☐ A bij elkaar optellen
☐ B samenstellen
☐ C van elkaar aftrekken

78 Hoe bereken je de resultante van krachten die in dezelfde richting werken?

Krachten die in dezelfde richting werken, _______________.

79 Hoe bereken je de nettokracht van krachten die in tegengestelde richting werken?

Krachten in tegengestelde richting _______________.

80 Op een voorwerp werken twee krachten. Een kracht 300 N werkt naar links. Een kracht van 125 N werkt naar rechts.
a Bereken de nettokracht.

____

b In welke richting werkt de nettokracht?

____

81 Twee krachten werken in tegengestelde richting. Beide krachten zijn 450 N.
Bereken de resultante.

____

82 John en Kees duwen samen een auto aan. Ze duwen net hard genoeg om de auto langzaam te laten rijden.
John duwt met een kracht van 500 N. Kees duwt met een kracht van 300 N.

a Hoe groot is de kracht waarmee ze samen duwen?

De totale kracht is: ______________________________

b Hoe groot is de resultante van de kracht van John en Kees?

____

83 Ali wil de auto uit vraag 82 alleen aanduwen.
Met welke kracht moet Ali duwen?

____

+84 Bij een sportdag op school is er een wedstrijd touwtrekken. Elke ploeg bestaat uit twee jongens en twee meisjes.
Klas 4A heeft drie ploegen. Vóór de sportdag heeft de gymleraar de kracht van de ploegen opgemeten. Achter de namen heeft hij de trekkracht tussen haakjes ingevuld.
ploeg A: Sura (320 N), Janneke (360 N), Sven (440 N), Daan (380 N)
ploeg B: Bibi (300 N), Guusje (350 N), Jovi (400 N), John (450 N)
ploeg C: Fanny (360 N), Liesbeth (360 N), Axel (400 N), Jeffrey (410 N)

Hoe groot is de nettokracht van de ploegen?

Ploeg A heeft een nettokracht van ______________ N.

Ploeg B heeft een nettokracht van ______________ N.

Ploeg C heeft een nettokracht van ______________ N.

+85 Ploeg A en Ploeg B beginnen met de wedstrijd.

a Hoe groot is de resultante van de krachten van ploeg A en ploeg B?

____

b Welke van deze twee ploegen wint? Leg je antwoord uit.

______________, want ______________________________

____

+86 Welke van de drie ploegen zal de wedstrijd winnen? Leg je antwoord uit.

Ploeg ____, want ______________________________.

+87 Hoeveel N is de winnende ploeg sterker dan de andere ploegen?

____

Onthouden!

Het symbool voor kracht is de letter *F*.
De eigenschappen van een kracht teken je met een pijl (vector):
- het aangrijpingspunt van de kracht
- de richting van de kracht
- de grootte van de kracht

De krachtenschaal is de afspraak over de lengte van de pijl.
lengte = kracht : krachtenschaal
kracht = lengte × krachtenschaal
Krachten in dezelfde richting tel je bij elkaar op.
Krachten in tegengestelde richting trek je van elkaar af.
De som van alle krachten samen is de nettokracht.
Een ander woord voor nettokracht is resultante.

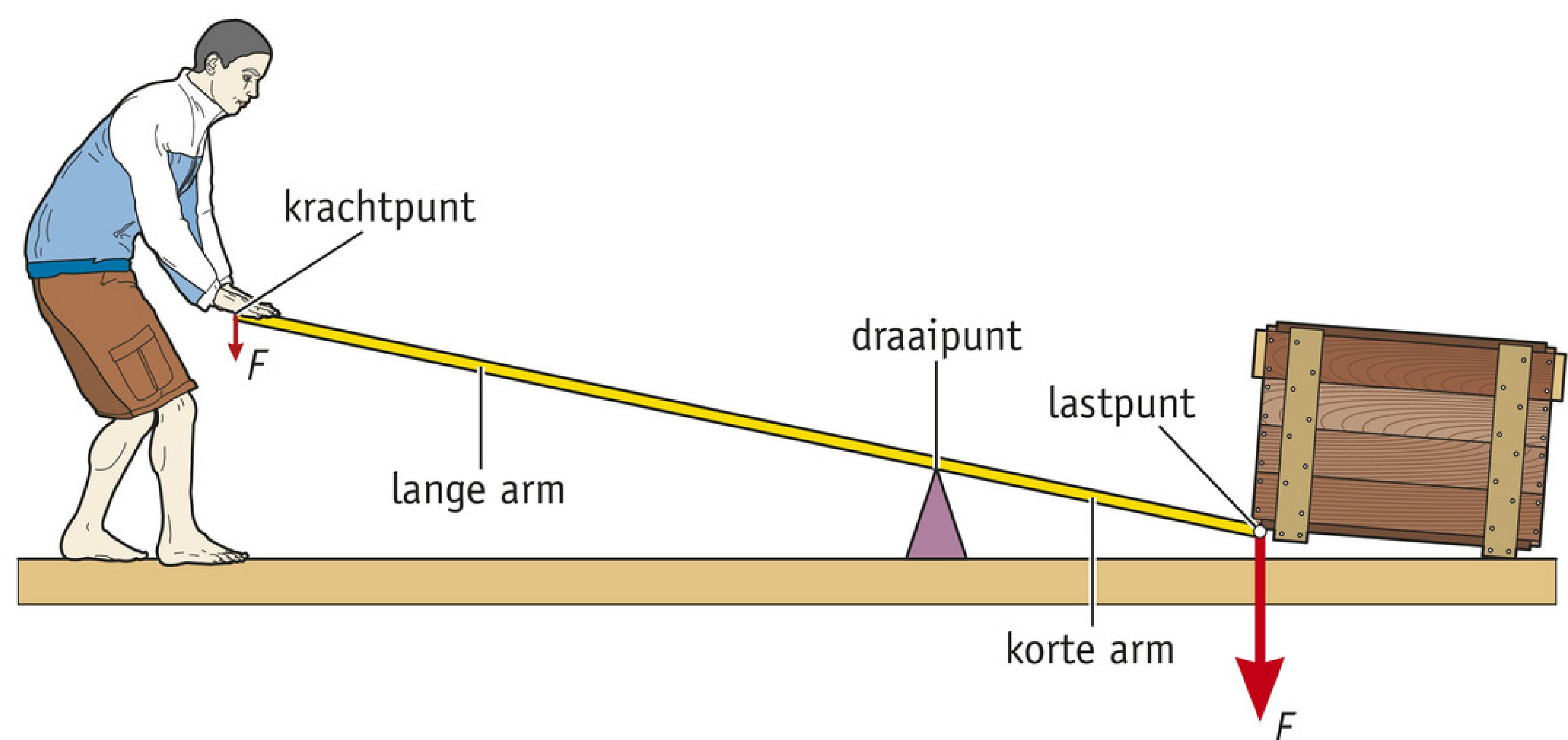
4 Hefbomen

Een hefboom is een hulpmiddel om een kracht te vergroten. Er zijn verschillende soorten hefbomen.

Kracht vergroten

Om een kracht te vergroten kun je een **hefboom** gebruiken. Een hefboom heeft een lange arm, een korte arm en een **draaipunt** (afbeelding 21). Op de lange arm oefen je de kracht uit. Met de korte arm breng je de kracht over op de last.

Op de lange arm werkt de kleinste kracht. Op de korte arm werkt de grootste kracht. In afbeelding 21 kun je dit zien aan de lengte van de pijlen.



▶ **afbeelding 21** Een hefboom heeft een lange arm en een korte arm.



▶ **afbeelding 22** verschillende hefbomen

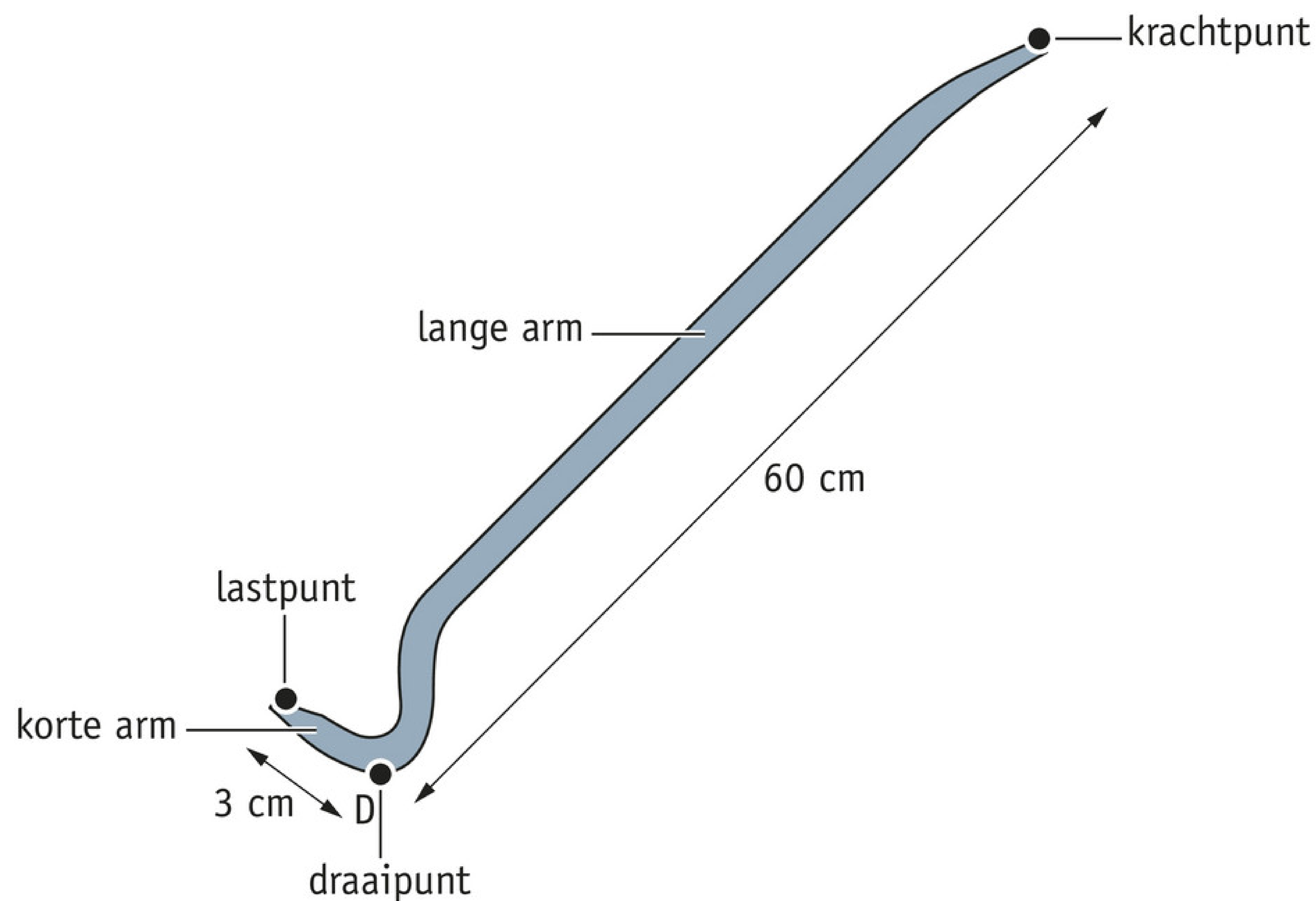
In afbeelding 22 zie je bij alle hefbomen een lange arm en een korte arm. Op de lange arm oefen je de kracht uit. Met de korte arm zet je kracht op een voorwerp. Als je de lengte van de armen weet, kun je de krachtvergroting berekenen.



▲ **afbeelding 23**
Een brandweerman maakt de deur open met een breekijzer.

Krachtvergroting berekenen

Een brandweerman moet een autodeur openmaken. Hij gebruikt een breekijzer. Door deze hefboom kan hij meer kracht uitoefenen op de deur. In afbeelding 23 zie je het breekijzer. De brandweerman zet het lastpunt tussen de deur. Het draaipunt (D) zet hij tegen de auto. De brandweerman duwt op het krachtpunt.



▲ **afbeelding 24**
breekijzer met maten

Het krachtpunt is 60 cm van het draaipunt (zie afbeelding 24).
Het lastpunt is 3 cm van het draaipunt.
Nu kun je berekenen hoeveel keer het breekijzer de kracht vergroot.
Je gebruikt daarbij de maten van het breekijzer. De krachtvergroting bereken je met de formule:

krachtvergroting = lange arm : korte arm

Vul de getallen van het breekijzer in:

krachtvergroting = 60 cm : 3 cm = 20 keer

Het breekijzer vergroot de kracht van de brandweerman dus 20 keer.

De brandweerman duwt met een kracht van 500 N op het krachtpunt. Het breekijzer vergroot zijn kracht 20 keer.
De kracht op de korte arm bereken je met de formule:

kracht op de korte arm = kracht op de lange arm × krachtvergroting

Kracht op de korte arm = 500 N × 20 = 10 000 N
De brandweerman vergroot zijn kracht tot 10 000 N om de autodeur open te breken.

De brandweer doet meer dan blussen

Brandweeropleiding: minimaal 18 jaar en vmbo

De belangrijkste taak van een brandwacht is het blussen van een brand. Samen met collega's ruk je uit bij een melding. Ter plaatse beoordeel je de situatie en zorg je ervoor dat het vuur dooft en dat mensen in veiligheid komen. Een brandwacht zorgt ook voor preventie (voorkomen) van brand. Bijvoorbeeld door onderzoek en metingen. Ten slotte wordt de brandweer ingezet bij rampen en ongelukken. Een dienst breng je door op de kazerne. Als er geen melding komt, ben je bezig met onderhoud van het materieel, zoals de tankautospuit of een hoogwerker.



▲ **afbeelding 25**
de brandweer in actie

Opgaven

88 Je gebruikt een klauwhamer om een spijker uit een plank te trekken.
De klauwhamer gebruik je om je kracht te VERGROTEN / VERKLEINEN.

89 In afbeelding 26 zie je een deel van twee deuren.
De deuren sluiten op dezelfde manier. Eén deur heeft een klink de andere deur heeft een draaiknop.

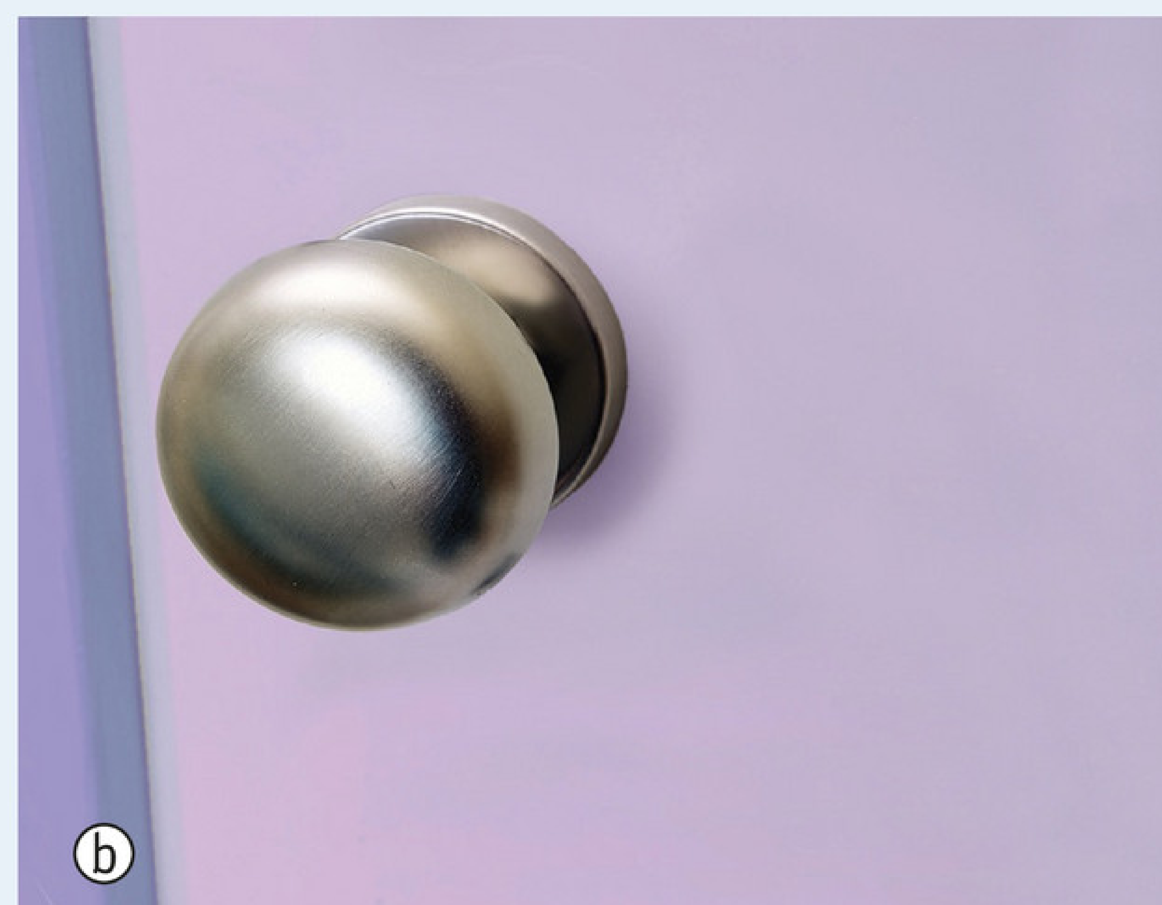
a Welke deur krijg je het gemakkelijkst open?
- ☐ A deur A met de klink
- ☐ B deur B met de draaiknop
- ☐ C Het maakt geen verschil.

+b Leg je antwoord op vraag 89a uit.

____

____





▲ **afbeelding 26**
twee verschillende deuren

90 Joop gebruikt een stopmes om een verfblik open te maken (afbeelding 27). Hij gebruikt het stopmes als hefboom.
De kracht van Joop wordt door de hefboom VERGROOT / VERKLEIND.



▶ **afbeelding 27**
Zo kun je een blik verf openmaken.

91 Schrijf vier voorbeelden van hefbomen op.

- ______________________________
- ______________________________
- ______________________________
- ______________________________

92 Welke drie delen heeft een hefboom altijd?

- ______________________________
- ______________________________
- ______________________________

93 Op een hefboom werken een grote kracht en een kleine kracht.
Kies uit: *korte* – *lange*.

De grote kracht werkt op de ________________ arm van de hefboom.

De kleine kracht werkt op de ________________ arm van de hefboom.

94 Een brandweerman maakt een deur open met een breekijzer. De lange arm van het breekijzer is 80 cm. De korte arm is 5 cm.
Bereken de krachtvergroting door het breekijzer. Schrijf eerst de formule op.

krachtvergroting = ______________________________

krachtvergroting = ______________________________

95 Joep maakt een verfpot open met een schroevendraaier. De krachtvergroting is 25 keer.
Hij duwt met een kracht van 60 N tegen het krachtpunt.
Hoe groot is de kracht op het deksel van de verfpot? Schrijf eerst de formule op.

kracht op de korte arm = ______________________________

kracht op de korte arm = ______________________________

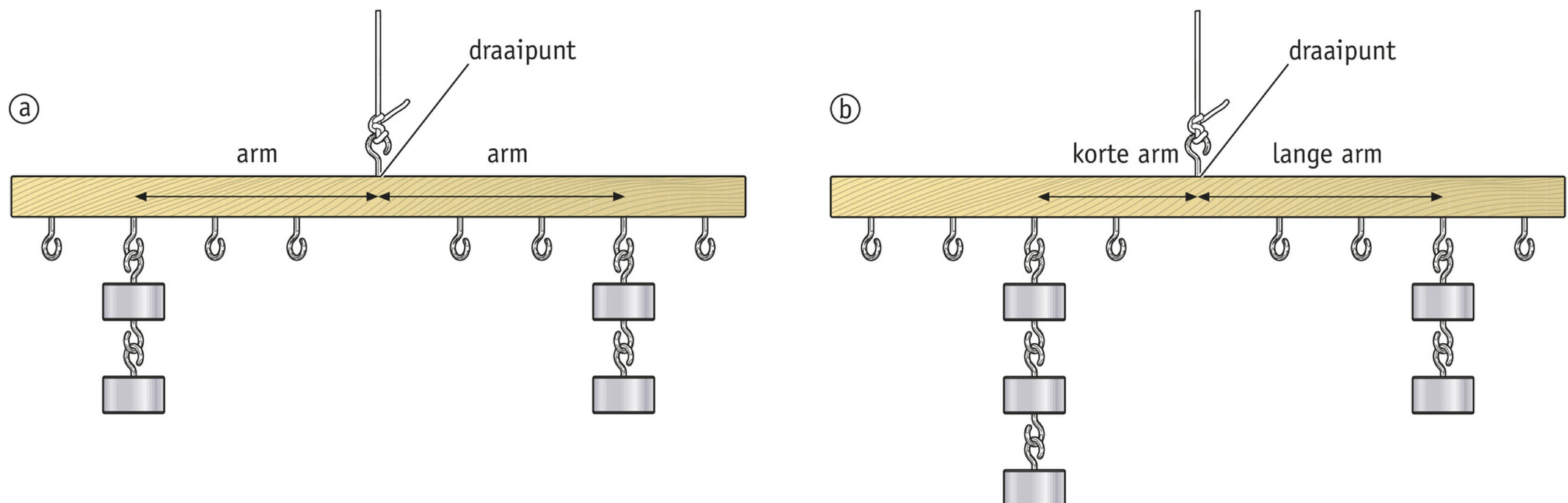
kracht op de korte arm = ______________________________

Evenwicht

Een **hefboom** die in evenwicht is, beweegt niet. Een hefboom die niet in evenwicht is, gaat draaien. In afbeelding 28 zie je twee hefbomen. Het draaipunt is in het midden bij het haakje. De arm is de afstand van de kracht tot het draaipunt. De massablokjes oefenen een kracht uit op de hefboom.

Bij hefboom a hangen aan beide kanten twee blokjes. De krachten zijn dus even groot. De lengte van de armen is ook even groot, want aan beide kanten hangen de blokjes aan het derde haakje. De hefboom is in evenwicht.

Bij hefboom b hangen links drie blokjes en rechts twee. De krachten zijn dus niet even groot. Links hangen de blokjes aan het tweede haakje, rechts aan het derde haakje. De armen zijn dus ook niet even lang. Toch is ook hefboom b in evenwicht.



▲ **afbeelding 28**
twee hefbomen in evenwicht

Of een hefboom in evenwicht is, hangt af van twee dingen:
- de grootte van de krachten
- de lengte van de armen

De grootte van de kracht en de lengte van de arm bepalen samen het **moment** van de hefboom. Het moment bereken je met de formule:

moment = kracht × lengte van de arm

De kracht moet je invullen in N.
De lengte van de arm moet je invullen in cm (of m).
Je vindt dan het moment in Ncm (of Nm).

Kijk weer naar hefboom b:
- Ieder blokje weegt 1 N (dit is de kracht).
- De lengte van de korte arm is 10 cm.
- De lengte van de lange arm is 15 cm.

Het moment links is:	Het moment rechts is:
moment = kracht × lengte van de arm	moment = kracht × lengte van de arm
moment = 3 N × 10 cm	moment = 2 N × 15 cm
moment = 30 Ncm	moment = 30 Ncm

Het moment links is gelijk aan het moment rechts. Hierdoor is hefboom b in evenwicht.

Voor een hefboom geldt:
Een hefboom is in evenwicht als het moment links gelijk is aan het moment rechts.

In formule:

moment links = moment rechts

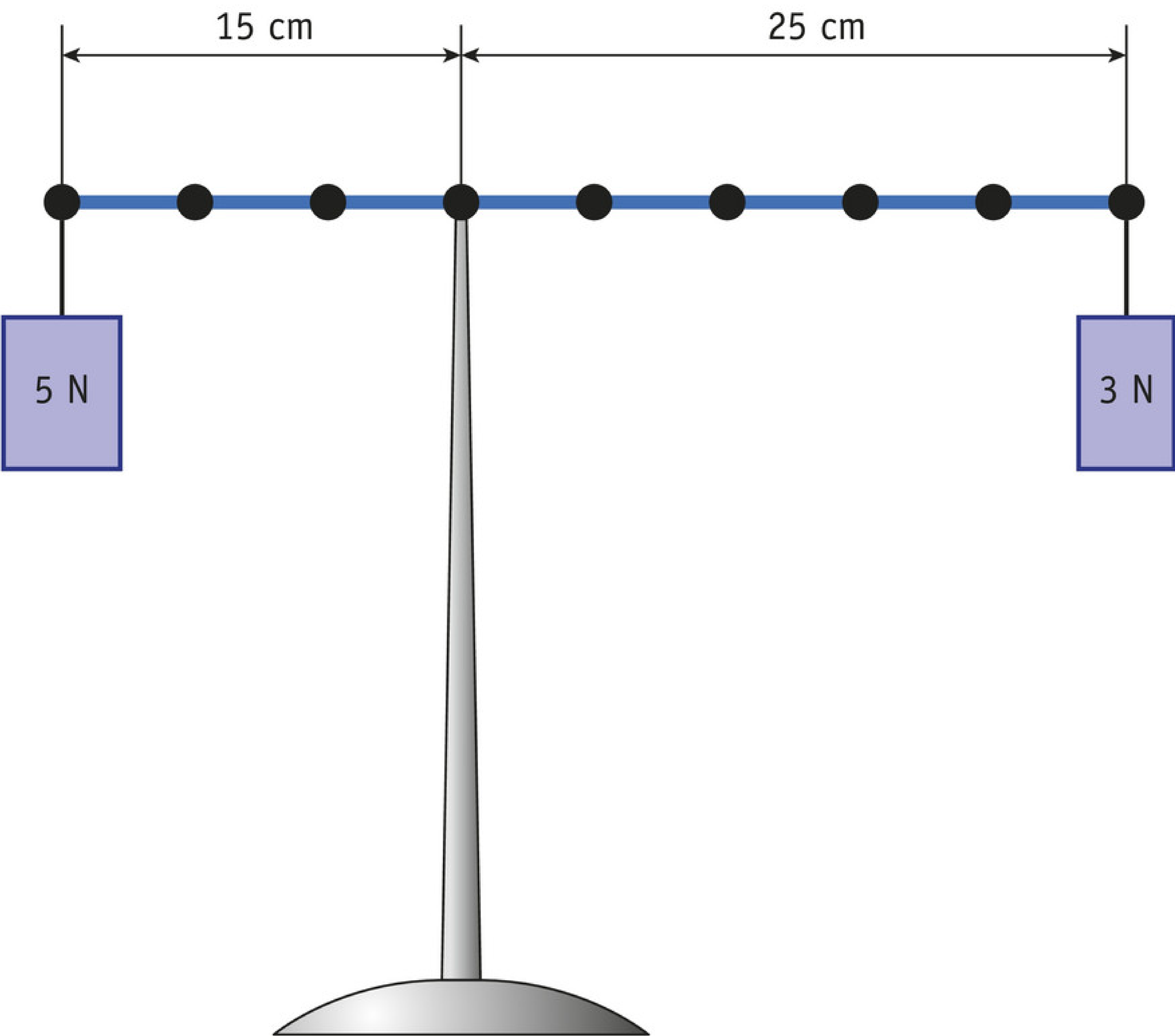
kracht × lengte (links) = kracht × lengte (rechts)

Voorbeeld 6
Bekijk de hefboom in afbeelding 29.
Is de hefboom in evenwicht?

links:	rechts:
kracht = 5 N	kracht = 3 N
lengte = 15 cm	lengte = 25 cm

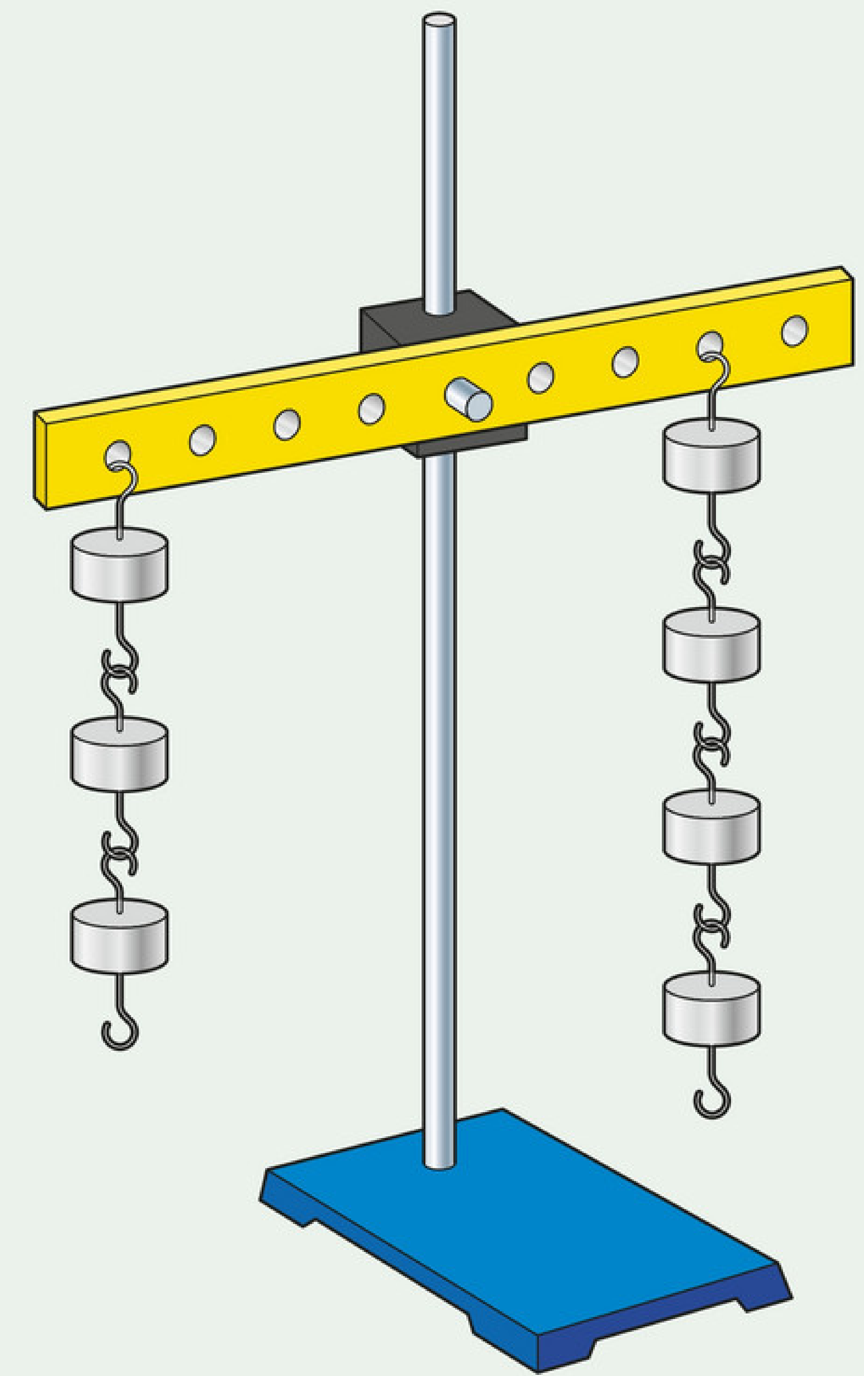
kracht × lengte (links) = kracht × lengte (rechts)
5 N × 15 cm = 3 N × 25 cm
75 Ncm = 75 Ncm

De hefboom is in evenwicht.



▶ **afbeelding 29**
Is er evenwicht?

Proef 2 Evenwicht maken



▲ **afbeelding 30**
de opstelling van proef 2

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 T-voet
- ☐ 1 statiefstang
- ☐ 1 staafje voor hefboomarm
- ☐ 1 hefboomarm
- ☐ 7 massablokjes van 1 N

Uitvoering

- Maak de opstelling zoals in afbeelding 30.

Let op!
De afstand tussen de gaatjes van de hefboom is steeds 5 cm.

1 De hefboom gaat WEL / NIET draaien.
De hefboom is WEL / NIET in evenwicht.

2 Kracht van de blokjes links = ________ N.

De linkerarm is lang: 4 (gaatjes) × 5 cm = ________ cm.

3 Kracht van de blokjes rechts = ________ N.

De rechterarm is lang 3 (gaatjes) × 5 cm = ________ cm.

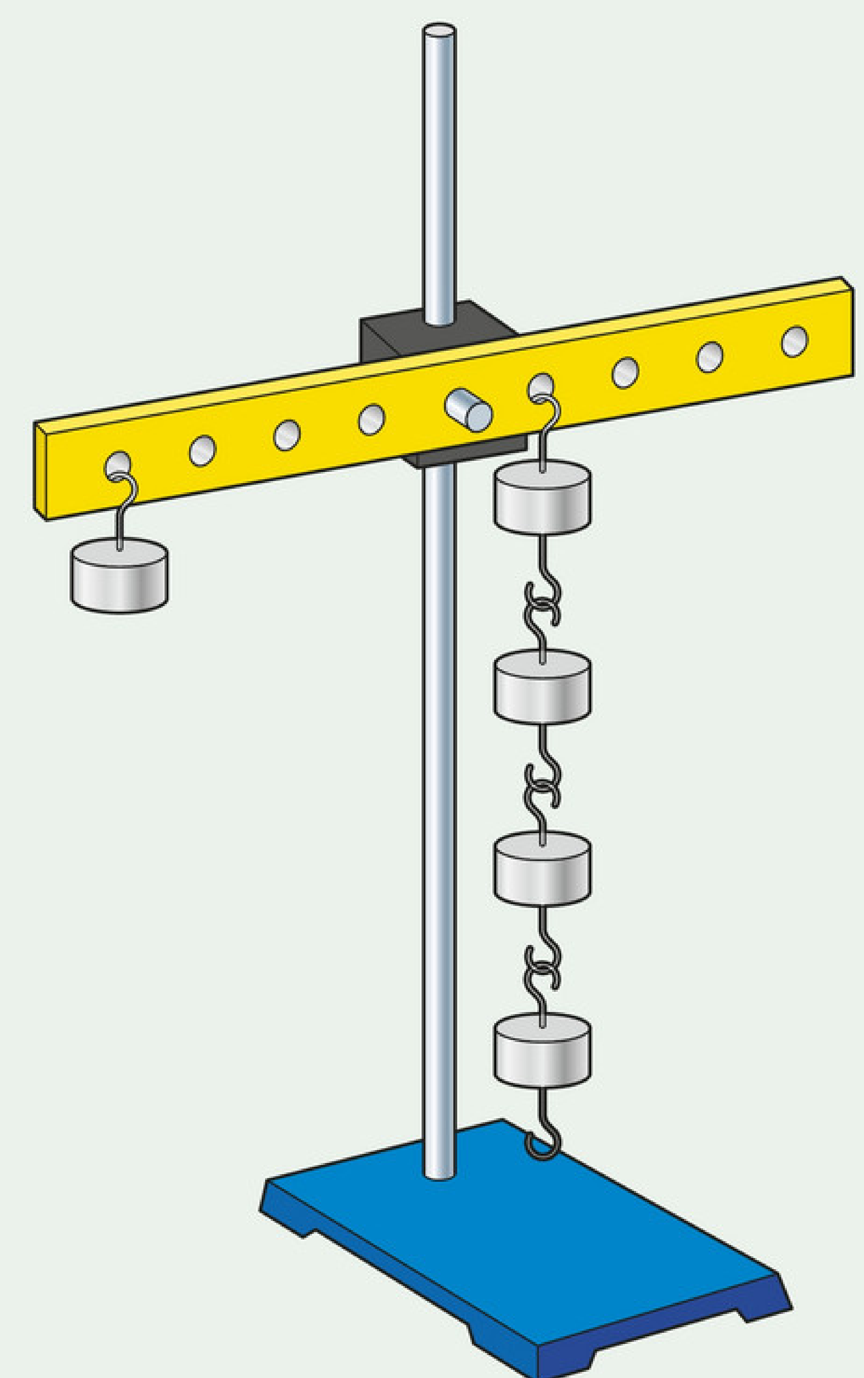
4 De hefboom is in evenwicht, omdat:
kracht × lengte (links) = kracht × lengte (rechts)

Vul in: ________ N × ________ cm = ________ N × ________

________ Ncm = ________ Ncm

5 Het moment links is WEL / NIET gelijk aan het moment rechts.
Daarom is de hefboom WEL / NIET in evenwicht.

- Maak de opstelling zoals in afbeelding 31.



▲ **afbeelding 31**
de nieuwe opstelling

6 De hefboom gaat WEL / NIET draaien.
De hefboom is WEL / NIET in evenwicht.

7 Controleer met een berekening dat de hefboom in evenwicht is.
Gebruik de formule: kracht × lengte (links) = kracht × lengte (rechts).

____

____

8 De uitkomst is aan beide kanten WEL / NIET gelijk.
Daarom is de hefboom WEL / NIET in evenwicht.

- Haal aan de rechterkant één massablokje weg.

9 De hefboom is WEL / NIET in evenwicht.

10 Controleer met een berekening of de hefboom in evenwicht is.

Vul in: kracht × lengte (links) = ______________________________

Vul in: kracht × lengte (rechts) = ______________________________

11 Het moment links is WEL / NIET gelijk aan het moment rechts.
Daarom is de hefboom WEL / NIET in evenwicht.

Conclusie

Een hefboom is in evenwicht als geldt:
kracht × lengte (links) = kracht × lengte (rechts)

Opgaven

96 Met welke formule bereken je het moment van een hefboom?

____

97 Wanneer is een hefboom in evenwicht?

____

98 Een hefboom is in evenwicht als geldt: kracht × lengte (links) = kracht × lengte (rechts)
Schrijf deze formule korter op, zonder de woorden kracht en lengte.

____

99 Joop draait met een steeksleutel het wiel van zijn fiets vast (afbeelding 32). Joop duwt met een kracht van 120 N. De lengte van de sleutel is 25 cm.
Bereken het moment van de sleutel. Vul eerst de formule in die je gebruikt.

moment = ______________________________

moment = ______________________________

moment = ______________________________



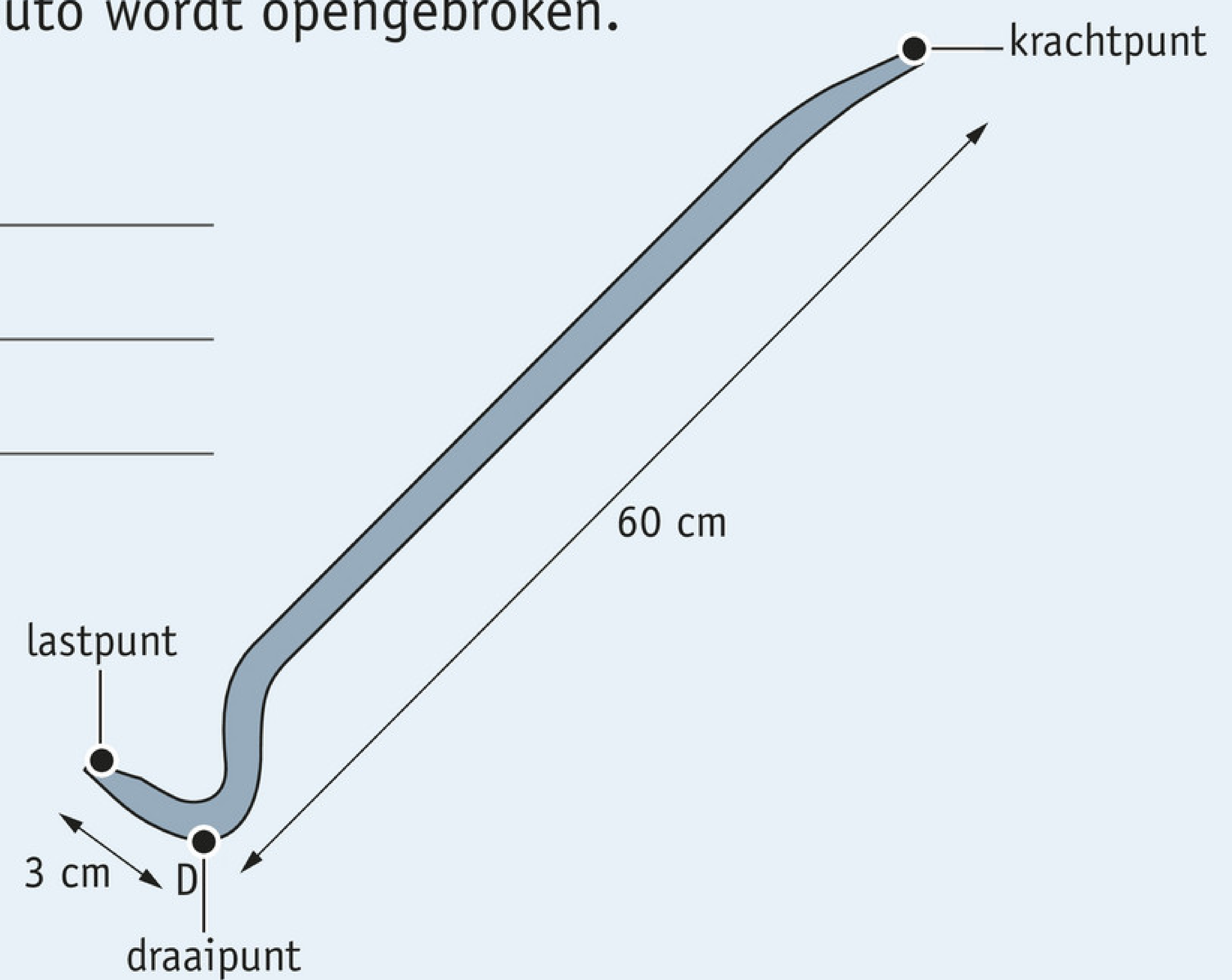
▲ **afbeelding 32**
een steeksleutel

+100 Een auto heeft een aanrijding gehad en de deuren gaan niet meer open. Met een breekijzer maakt de brandweer een deur open. In afbeelding 33 zie je de afmetingen van het breekijzer. Een brandweerman duwt met een kracht van 600 N op de lange arm van het breekijzer (krachtpunt).
Bereken het moment waarmee de deur van de auto wordt opengebroken.
Vul eerst de formule in.

moment = ____________________

moment = ____________________

moment = ____________________



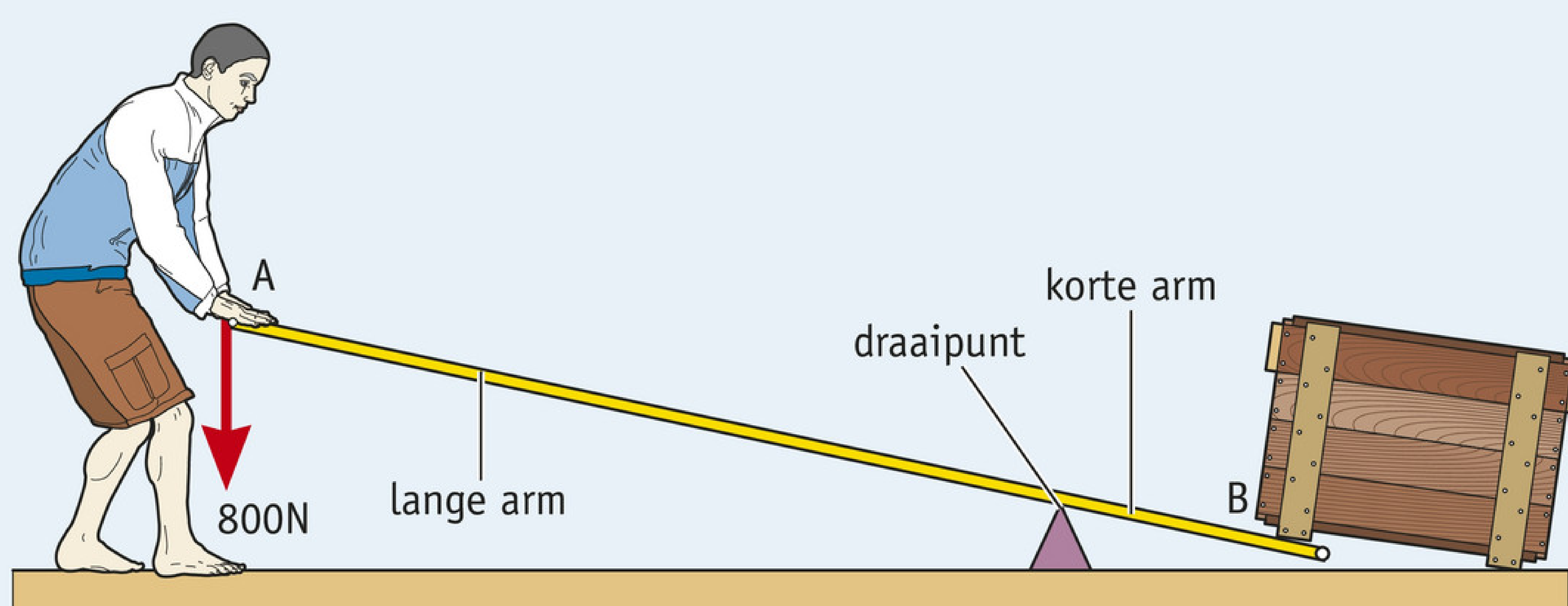
▶ **afbeelding 33**

+101 Om een zware kist op te tillen duwt Aduro met zijn hele gewicht op de lange arm van de hefboom (afbeelding 34). De lange arm van de hefboom is 2,5 m. Het gewicht van Aduro is 800 N.
Bereken het moment op de hefboom. Schrijf eerst de formule op.

moment = ____________________

moment = ____________________

moment = ____________________



▲ **afbeelding 34**
Aduro tilt met de hefboom de zware kist op.

Onthouden!

Met een hefboom kun je de kracht vergroten.
Op de lange arm werkt een kleine kracht.
Op de korte arm werkt een grote kracht.
Een hefboom in evenwicht draait niet.
moment = kracht × lengte van de arm
Een hefboom is in evenwicht als het moment links en rechts gelijk is.
Bij evenwicht geldt: kracht × lengte (links) = kracht × lengte (rechts).

5 Katrollen en takels

Als je zwaar moet tillen, is het handig als je een hulpmiddel hebt. Een katrol maakt tillen gemakkelijker. Een takel maakt tillen ook lichter.

Tillen en sjouwen, takelen en rijden

Geen opleiding, cursussen mogelijk

Verhuizen is een hele klus. Alle spullen moeten worden ingepakt, onderdelen gedemonteerd, en bij het nieuwe huis (of kantoor) moet alles weer naar binnen en in elkaar gezet. Als verhuizer ben je bezig met inpakken, demonteren, tillen, vervoeren, organiseren en uitpakken. Je rijdt in een vrachtwagen soms door nauwe straten. Je gebruikt verschillende hulpmiddelen, zoals een hondje (plank op wielen), een steekwagen, een takel, een verhuislift, een traploper en een dieplader.

Vaste en losse katrol

Soms moeten zware meubels naar een hoge verdieping. Als er geen lift is, kun je een **vaste katrol** gebruiken (afbeelding 35). Met een vaste katrol hijsen de jongens de bank naar boven. De grootte van de kracht verandert niet, maar de richting van de kracht wel. Aan het touw trekken is gemakkelijker en veiliger dan de bank omhoog dragen over een trap.

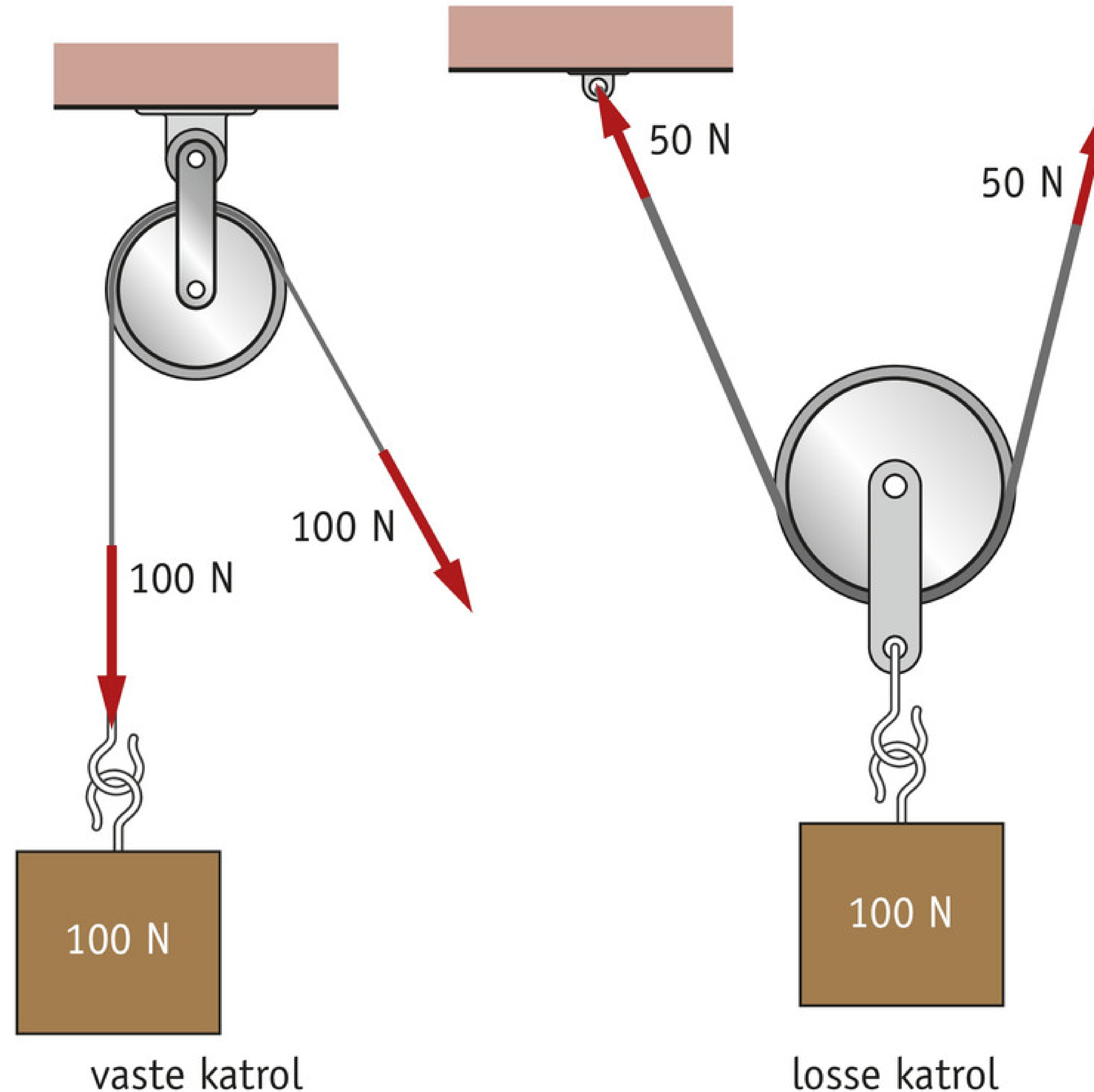


▶ **afbeelding 35** geen lift, gelukkig wel een vaste katrol

Een **losse katrol** beweegt op en neer (afbeelding 36). Eén eind van het touw zit vast. Aan het andere eind moet je trekken om de katrol omhoog te bewegen. Met een losse katrol heb je de helft van de kracht nodig om een last op te tillen. Dat komt doordat het gewicht verdeeld wordt over twee stukken touw (afbeelding 37).



▲ **afbeelding 36**
Een losse katrol hangt aan het touw.



▲ **afbeelding 37**
Met een losse katrol heb je de helft van de kracht nodig om hetzelfde gewicht te tillen.

Proef 3 De vaste katrol

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 T-voet of statiefvoet
- ☐ 1 statiefstang
- ☐ 1 statiefklem
- ☐ 1 haak
- ☐ 1 schijfmassaset van 250 g
- ☐ 1 stuk touw van 1 m
- ☐ 1 katrol
- ☐ 1 krachtmeter van 5 N

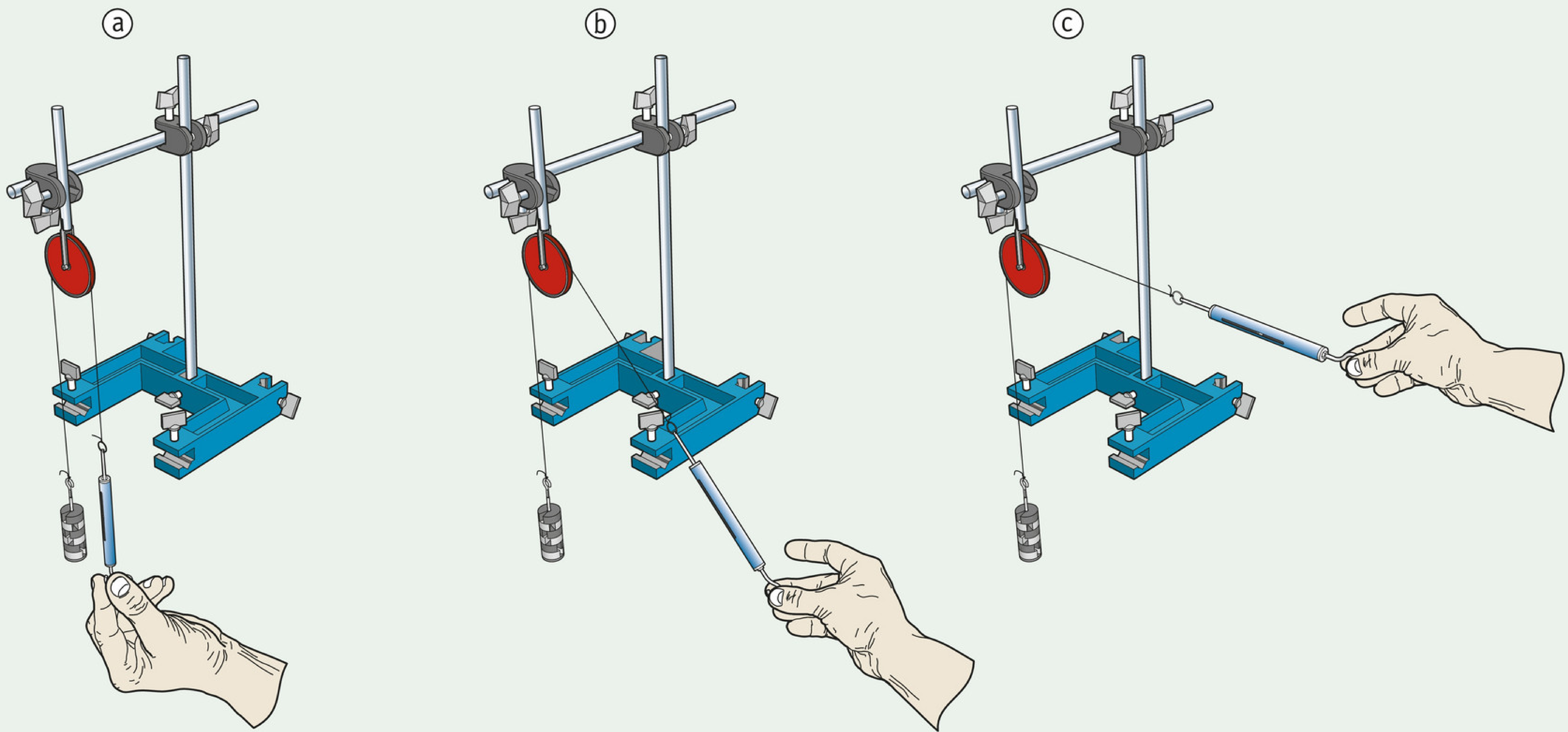
Uitvoering

- Maak aan elk uiteinde van het touw een lusje.
- Hang de massaset aan het ene uiteinde van het touw.
- Maak het andere uiteinde van het touw vast aan de krachtmeter.
- Til de massaset op door de krachtmeter iets omhoog te trekken.

1 Hoe groot is het gewicht van de massaset?

De massaset weegt _______ N.

2 De zwaartekracht op de massaset werkt naar BENEDEN / BOVEN.
Jouw spierkracht werkt naar BENEDEN / BOVEN.



▲ **afbeelding 38**
de verschillende opstellingen van proef 3

- Maak de opstelling zoals in afbeelding 38.
- Leg het touw over de katrol (afbeelding 38a).

Let op!
De massaset mag de tafel niet raken.

- Lees af wat de krachtmeter aangeeft.

3 De krachtmeter geeft _______ N aan.

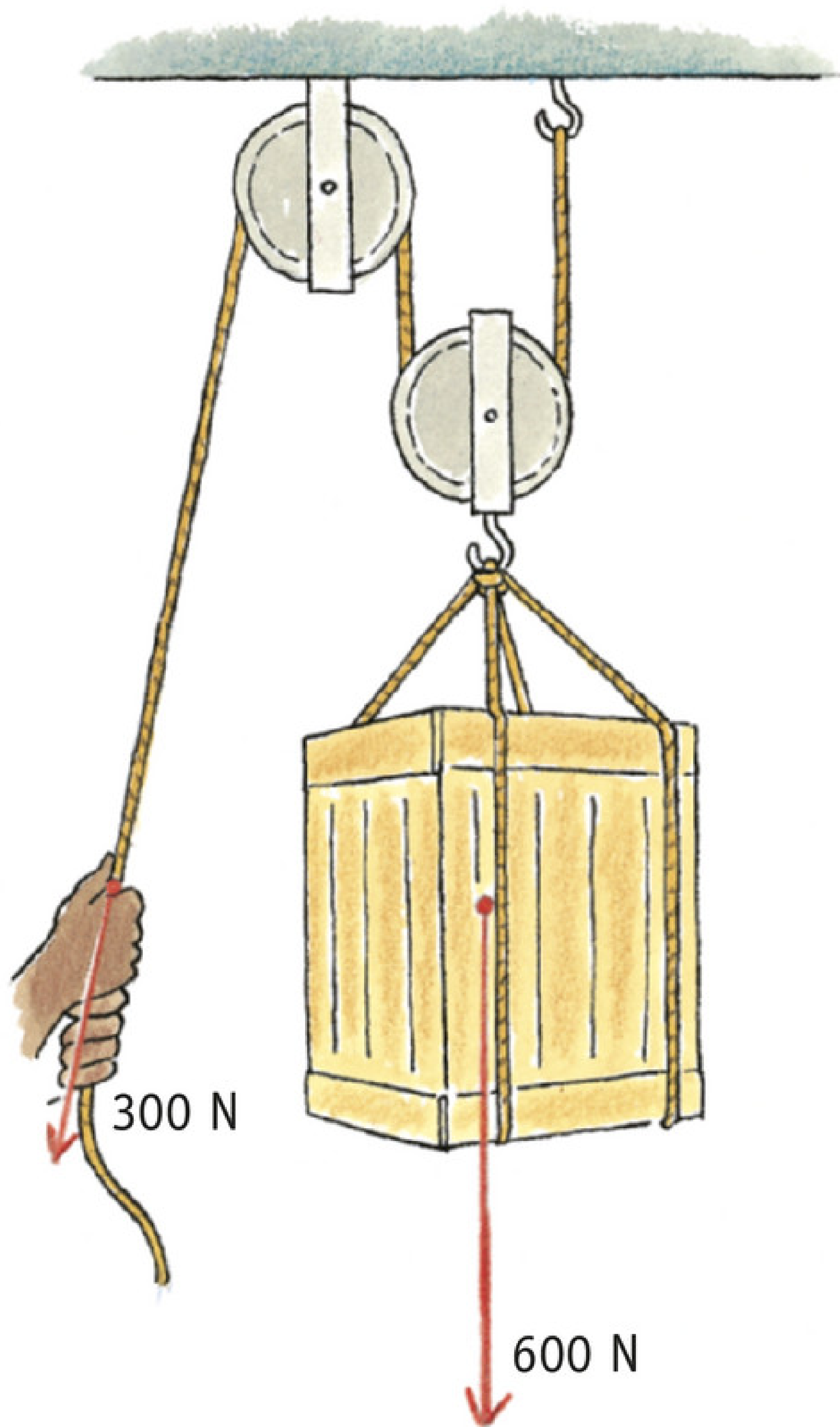
- Houd de krachtmeter in de stand zoals in afbeelding 38b.
- Lees de krachtmeter weer af.

4 De krachtmeter geeft _______ N aan.

- Houd de krachtmeter in de stand zoals in afbeelding 38c.
- Lees de krachtmeter weer af.

5 De krachtmeter geeft _______ N aan.

6 Kun je met een vaste katrol je kracht vergroten of verkleinen?
- ☐ A alleen vergroten
- ☐ B alleen verkleinen
- ☐ C niet vergroten en niet verkleinen
- ☐ D zowel vergroten als verkleinen



▲ afbeelding 39
Het gewicht is verdeeld over twee stukken touw.

Takels

Een losse katrol is niet altijd handig in gebruik. Je moet boven staan en de last omhoogtrekken. Meestal is het handiger om onder te staan. Daarvoor gebruik je een combinatie van een vaste en een losse katrol (afbeelding 39). Dit werktuig heet een **takel**.

De kist in afbeelding 39 heeft een massa van 60 kg. Het gewicht van de kist dus 600 N. Om dit gewicht te tillen hoef je maar met 300 N aan het touw te trekken. Dat komt doordat het gewicht verdeeld is over de twee stukken touw van de losse katrol. Het gewicht dat je kunt optakelen is 2 keer zo groot als de kracht die je uitoefent. Met een takel heb je dus minder kracht nodig om een last te tillen.

Als je de kist 4 m omhoog wilt takelen, moet je 2 × 4 = 8 m touw naar je toe trekken. Je hebt dus de helft van de kracht nodig, maar je moet wel 2 keer zo veel touw verplaatsen. Dit kun je samenvatten in de volgende regel:

Wat je wint aan kracht, verlies je aan afstand.

Proef 4 De takel en de losse katrol

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 statiefvoet
- ☐ 1 statiefstang
- ☐ 1 statiefklem
- ☐ 1 haak
- ☐ 1 schijfmassaset van 250 g
- ☐ 1 stuk touw van 3 m
- ☐ 1 takel met een losse en een vaste katrol
- ☐ 1 krachtmeter van 5 N
- ☐ 1 rolmaat

Uitvoering

- Hang de massaset aan de krachtmeter.
- Lees het gewicht af.

1 De massaset weegt _______ N.

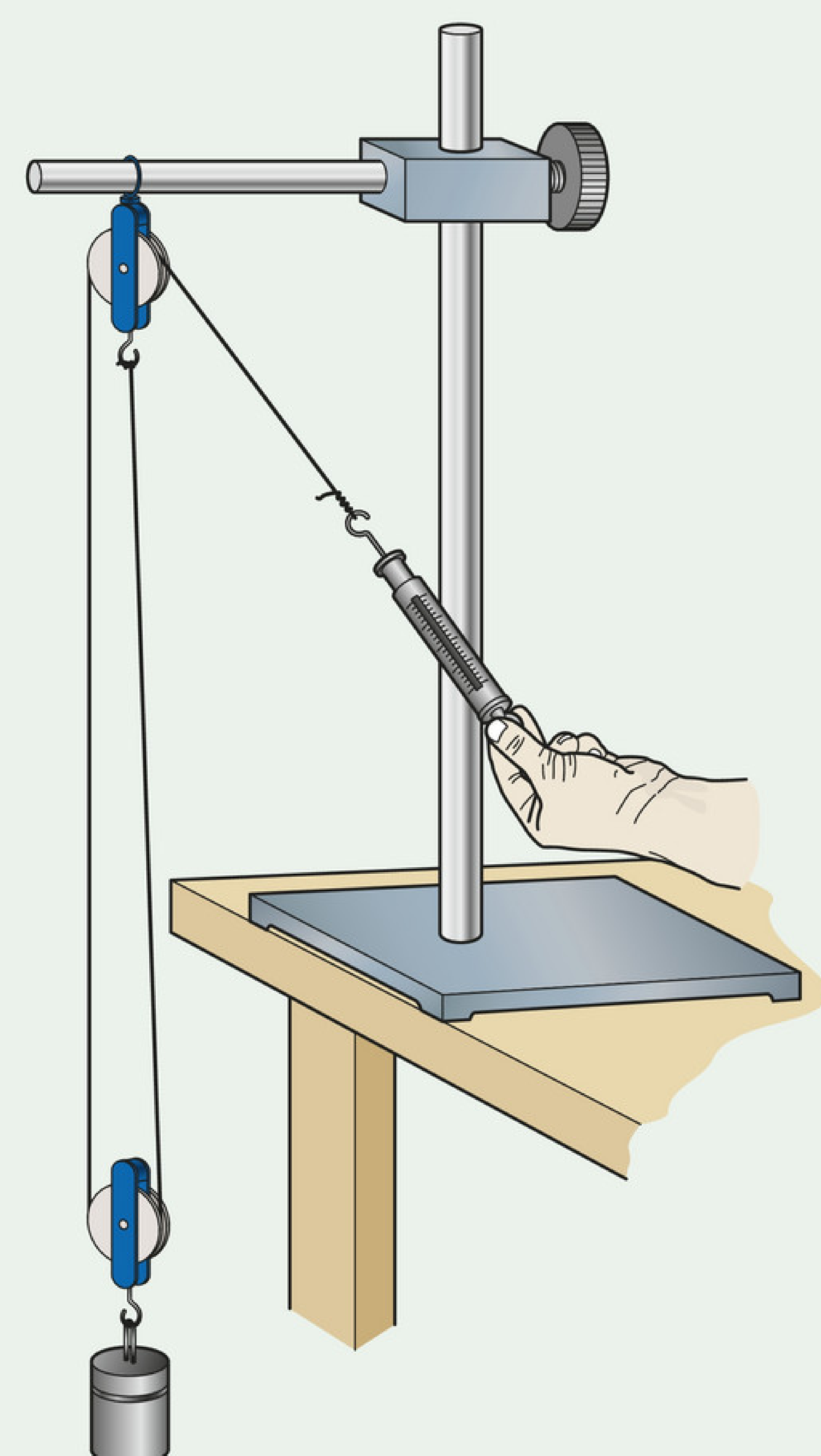
- Maak de opstelling van afbeelding 40.

2 Dit is de opstelling van een TAKEL / LOSSE KATROL.

- Laat de massaset op de vloer staan.
- Trek het touw met de krachtmeter 40 cm naar je toe.

3 Hoe groot is de benodigde hijskracht?

De hijskracht is _________ N.



▲ afbeelding 40
Zo doe je proef 4.

- Meet hoe hoog de massaset nu boven de vloer hangt.

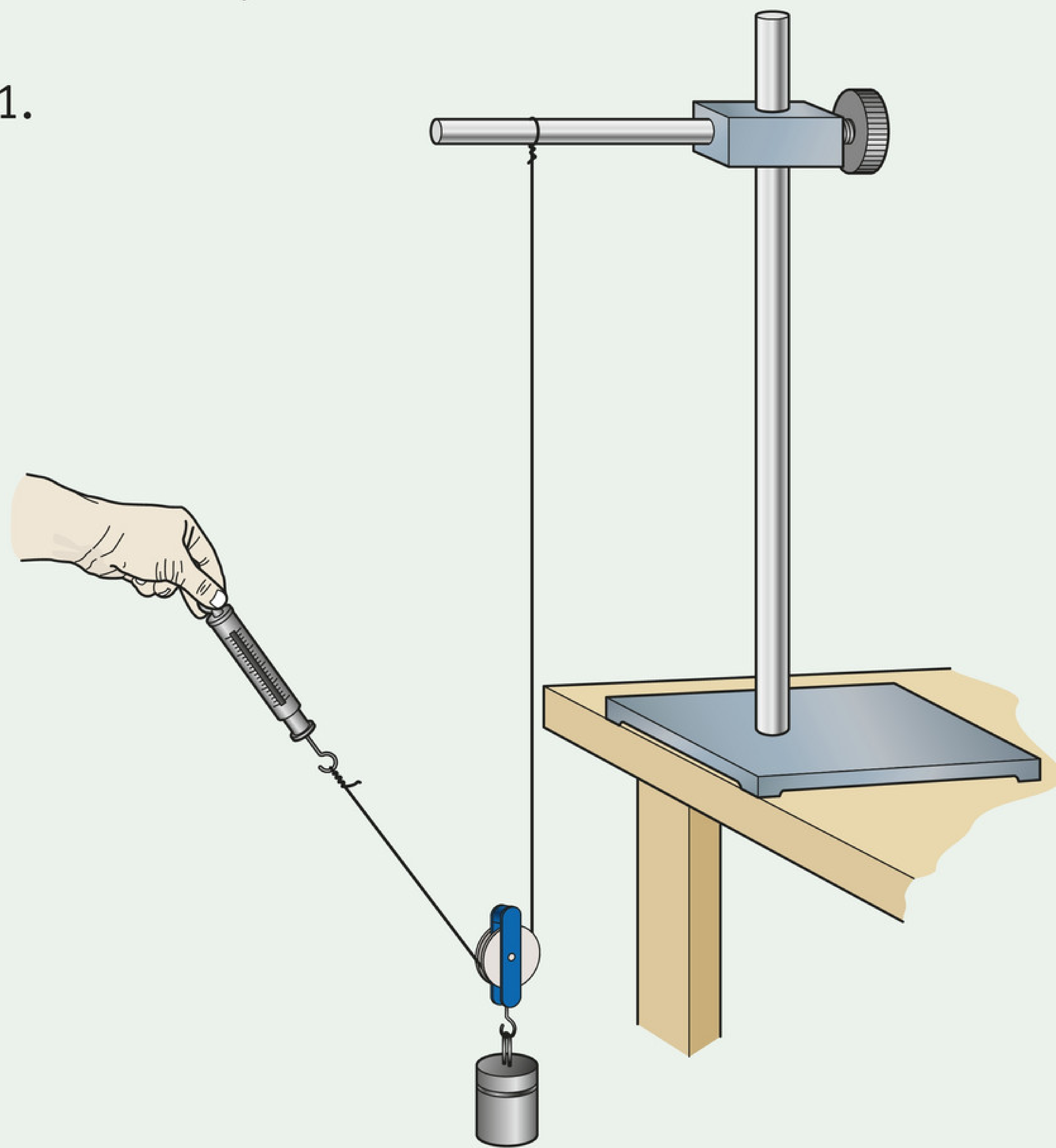
4 Hoeveel centimeter gaat de massaset omhoog?

____

5 De takel maakt jouw kracht 2 keer zo GROOT / KLEIN.

6 De takel maakt de verplaatsing 2 keer zo GROOT / KLEIN.

- Maak de opstelling van afbeelding 41.
- Laat de massaset op de vloer staan.



▶ **afbeelding 41**
de losse katrol

7 Dit is de opstelling van een TAKEL / LOSSE KATROL.

8 Hoe groot is de benodigde hijskracht?

De hijskracht is __________ N.

- Trek het touw met de krachtmeter 60 cm naar je toe.
- Meet hoeveel centimeter de massaset omhooggaat.

9 Hoeveel centimeter gaat de massaset omhoog?

____

10 De losse katrol maakt jouw kracht 2 keer zo GROOT / KLEIN.

11 De losse katrol maakt de verplaatsing 2 keer zo GROOT / KLEIN.

12 Vul de onderstaande zin aan.

Wat je wint aan ____.

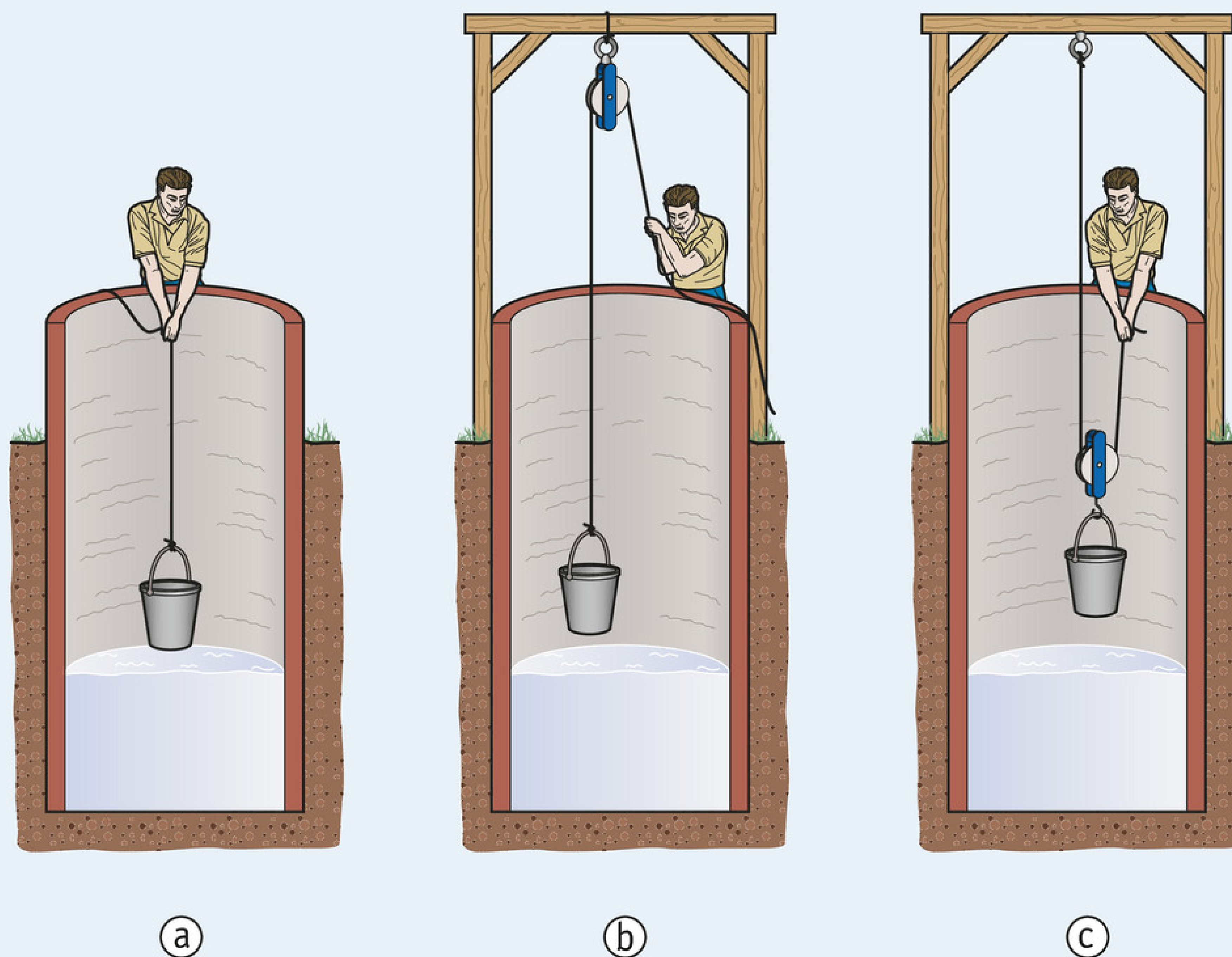
- Ruim alles netjes op.

Opgaven

102 Welk voordeel heb je als je een katrol gebruikt?
- ☐ A Met een katrol heb je geen voordeel.
- ☐ B Met een katrol is alles lichter.
- ☐ C Met een katrol bespaar je kracht.
- ☐ D Met een katrol hoef je niet zo veel te lopen en te tillen.

103 Een verhuizer moet een grote stoel naar een hoge verdieping brengen. Er is geen lift en het trappenhuis is te smal.
Welke manier zou jij hem aanraden?
- ☐ A Met een ladder, want dat is sneller.
- ☐ B Met een ladder, want dat is veiliger.
- ☐ C Met een katrol, want dat spaart kracht.
- ☐ D Met een katrol, want dat is veiliger en handiger.

104 Met een takel heb je MEER / MINDER kracht nodig om een last te tillen.



▲ **afbeelding 42**
een emmer water putten

105 In afbeelding 42 zie je drie manieren om een emmer water uit een put te tillen.
De emmer heeft een totale massa van 12 kg.
Bereken het gewicht van de emmer. Schrijf eerst de formule op. (De formule staat in je Binas.)

gewicht = ______________________________

gewicht = ______________________________

gewicht = ______________________________

106 Hoe groot is de kracht die nodig is om de emmer uit de put te tillen bij manier a?

____

107 Hoe groot is de kracht die nodig is om de emmer uit de put te tillen bij manier b?

____

108 Hoe groot is de kracht die nodig is om de emmer uit de put te tillen bij manier c?

____

109 Emiel maakt bij een practicum de opstelling van afbeelding 43. Emiel trekt het touw omlaag.

a Hoe groot is de kracht die Emiel nodig heeft?

____

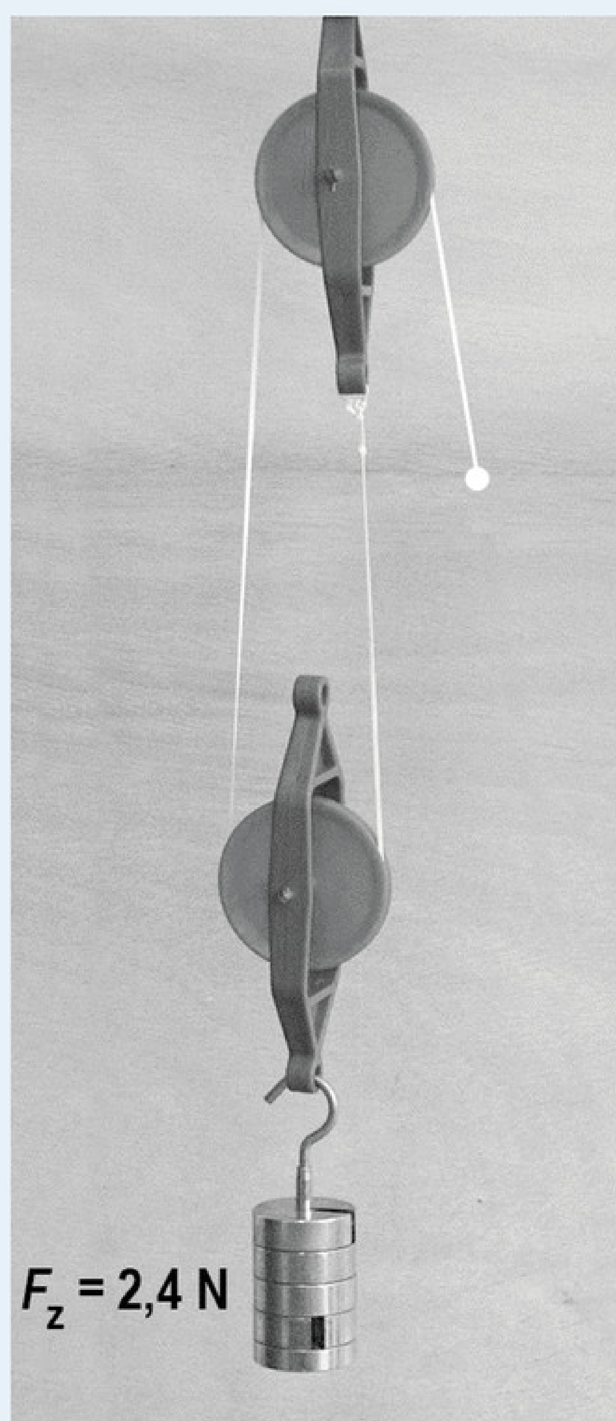
b Teken in afbeelding 43 de kracht van Emiel met een pijl. Neem als krachtenschaal 1 cm ≙ 0,5 N.

lengte pijl = ______________________________

lengte pijl = ______________________________

lengte pijl = ______________________________

c Schrijf de lengte bij de pijl.



▲ **afbeelding 43**
de proefopstelling van Emiel

Onthouden!

Een vaste katrol verandert alleen de richting van de kracht.
Bij een losse katrol is de kracht de helft van het gewicht dat je tilt.
Bij een losse katrol en een takel geldt: wat je wint aan kracht, verlies je aan afstand.

6 Druk



▲ **afbeelding 44**
Tractorbanden verdelen het gewicht.

Door de zwaartekracht oefenen voorwerpen druk uit op de ondergrond. Hoe kleiner de oppervlakte, hoe groter de druk.

Gewicht verdelen

De shovel in afbeelding 44 is erg zwaar. Toch kan hij over zand rijden zonder dat hij wegzakt. Dat komt doordat de banden groot en breed zijn. Het gewicht van de shovel wordt door de banden verdeeld over een grote oppervlakte. Dit soort banden noem je **tractorbanden**.

Hoe groter de oppervlakte, hoe verder de kracht wordt verdeeld. Daardoor wordt de kracht per vierkante centimeter (cm^2) kleiner. De kracht per cm^2 noem je de **druk**. Door een grotere oppervlakte wordt de druk kleiner.

Er zijn nog andere voorbeelden waarbij de druk wordt verkleind. Een graafmachine heeft **rupsbanden** (afbeelding 45). Deze banden hebben een grote oppervlakte. Hierdoor wordt het gewicht van de zware machine verdeeld over de grond. De druk op de ondergrond is dan kleiner. De graafmachine zakt niet weg in zachte grond.



▲ **afbeelding 46**
Rijplaten verminderen de druk.



▲ **afbeelding 45**
Rupsbanden verdelen het gewicht.

Een andere manier om de druk te verkleinen, zijn **rijplaten** (afbeelding 46). Rijplaten zijn stalen platen van wel 1,8 cm dik. Die zie je vaak op een bouwterrein. Daar is het vaak modderig. De rijplaten maken de oppervlakte groter, zodat de druk kleiner wordt. Het werkverkeer zakt hierdoor niet weg.

Druk berekenen

Het gewicht is de kracht die een voorwerp uitoefent op de ondergrond. Hoe groter de oppervlakte, hoe kleiner de druk. Druk kun je berekenen door de kracht te delen door de oppervlakte. In een formule:

druk = kracht : oppervlakte

Deze formule staat in tabel 7 van je Binas.

Voorbeeld 7
Een auto heeft een gewicht van 12 000 N. De banden hebben een totale oppervlakte op de weg van 1600 cm^2.
Bereken de druk tussen de banden en de weg.
druk = kracht : oppervlakte
druk = 12 000 N : 1600 cm^2
druk = 7,5 N/cm^2

Opgaven

110 Wat voor banden kun je het best gebruiken bij een trekker die door los zand moet rijden?
☐ A kleine smalle banden
☐ B kleine brede banden
☐ C grote smalle banden
☐ D grote brede banden

111 Druk kun je berekenen door:
☐ A de oppervlakte te delen door de kracht die erop werkt.
☐ B de kracht te delen door de oppervlakte waar de kracht op werkt.
☐ C de oppervlakte te vermenigvuldigen met de kracht die erop werkt.

112 Peter beweert: “Je kunt druk verkleinen door de kracht kleiner te maken.”
Geert beweert: “Je kunt druk verkleinen door de oppervlakte groter te maken.”
Welke bewering is waar?
☐ A Alleen de bewering van Peter is waar.
☐ B Alleen de bewering van Geert is waar.
☐ C Beide beweringen zijn waar.
☐ D Beide beweringen zijn niet waar.

113 Een boerin komt thuis van een feest. Zij loopt op schoenen met hoge hakken door de modder naar de boerderij. Binnen kleedt zij zich om en loopt op laarzen door diezelfde modder naar de stal.
Wanneer zakt de boerin het diepst in de modder weg?

____

114 Leg je antwoord op vraag 113 uit. Gebruik in je uitleg de woorden: kracht, druk en oppervlakte.

____

____

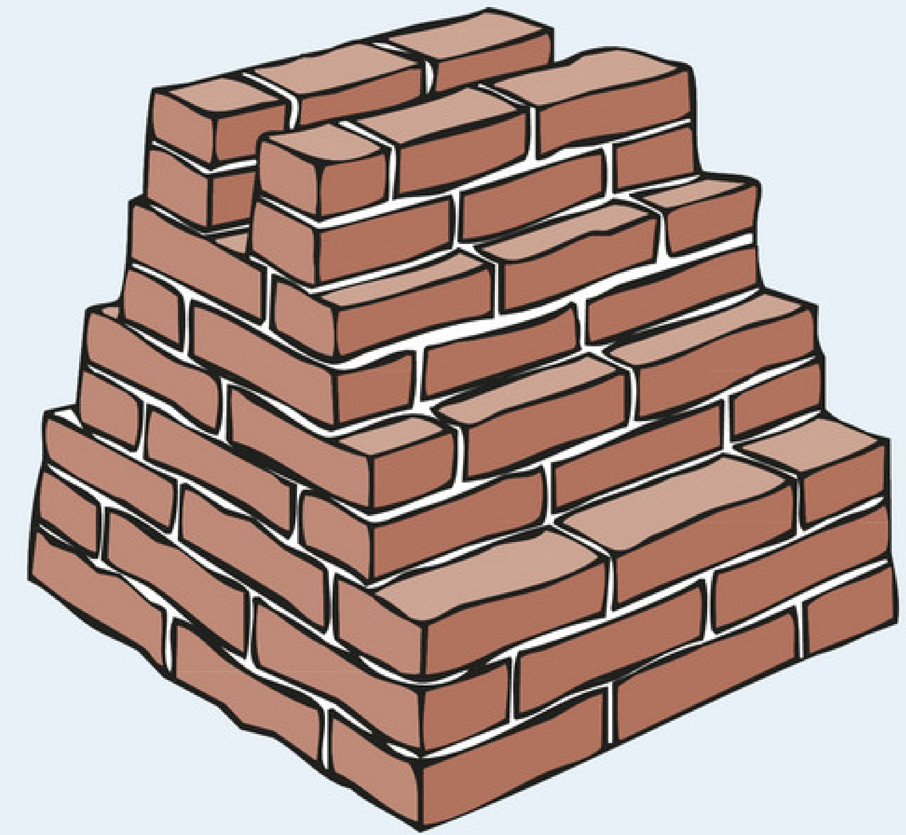
____

____

115 In afbeelding 47 zie het onderste deel van een gemetselde muur. De onderkant van de muur is breder. Dat brede deel is de fundering van de muur.
Leg uit dat de fundering de druk op de bodem vermindert.

____

____



▲ **afbeelding 47**
De fundering is breder dan de muur.

116 Een straatsteen is 20 cm lang, 10 cm breed en 8 cm dik. De steen weegt 38 N. De steen ligt met het oppervlak van 20 cm × 10 cm op de grond.

a Bereken de oppervlakte waarmee de steen op de grond ligt.

____

b Bereken de druk onder de steen

druk = ______________________________

druk = ______________________________

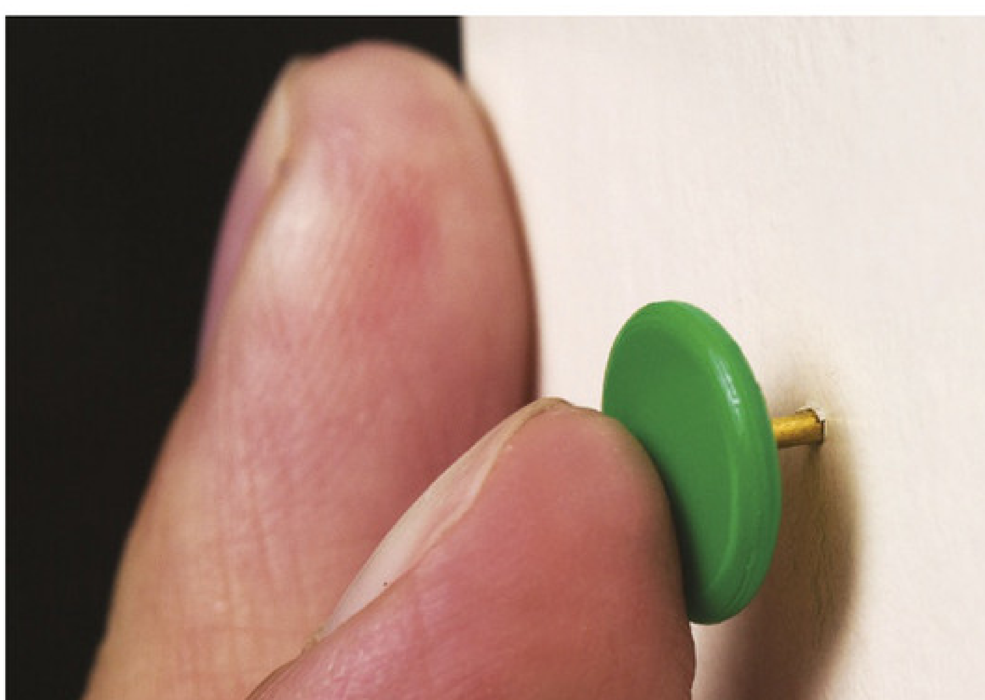
druk = ______________________________

c Als je de steen rechtop zet, is de oppervlakte op de grond 80 cm^2.
Bereken de druk onder de steen in deze stand.

druk = ______________________________

druk = ______________________________

druk = ______________________________



▲ **afbeelding 48**
Door de grote kop van de punaise is de druk op je vinger klein.

Druk vergroten

Als je de oppervlakte kleiner maakt, wordt de druk groter. Een voorbeeld hiervan is een punaise. Een punaise kun je met één vinger in een plank duwen. Met een spijker zou dat nooit lukken. Dat komt doordat de punaise aan één kant een grote oppervlakte heeft (afbeelding 48).

Je drukt met kracht op dit oppervlak. De punt van de punaise heeft een kleine oppervlakte. Alle kracht die jij op de platte kop uitoefent, komt samen in dat kleine puntje. De druk van de punt is daardoor erg groot.

Een ander voorbeeld is een **injectienaald**. De punt van een injectienaald heeft een kleine oppervlakte. Daardoor kan een arts de naald gemakkelijk in je huid duwen. Je huid wordt minder beschadigd en je voelt minder pijn.

Nog een voorbeeld van druk vergroten is een mes. Een mes heeft een scherpe snijkant. Die snijkant heeft een heel kleine oppervlakte. Daardoor is de druk heel groot. Een scherp mes gaat gemakkelijk door karton, plastic en andere materialen (afbeelding 49).



▲ **afbeelding 49**
De snijkant van een scherp mes heeft een kleine oppervlakte.

Opgaven

117 Als de oppervlakte kleiner wordt, wordt de druk ___________.

118 Een injectienaald heeft een heel scherpe punt.
Waarom is deze punt zo scherp?
- ☐ A om de druk te verkleinen
- ☐ B om de druk te vergroten
- ☐ C om de naald sterker te maken
- ☐ D om de naald soepeler te maken

119 Waarom gaat een hobbymes gemakkelijk door karton?
Een hobbymes heeft een SCHERPE / BOTTE snijkant.
Die snijkant heeft een heel KLEINE / GROTE oppervlakte.
Daardoor is de druk heel KLEIN /GROOT.

120 Je duwt een punaise in een houten plank.
Waar is de kracht het grootst?
- ☐ A bij de kop
- ☐ B bij de punt
- ☐ C De kracht is bij de kop en bij de punt even groot.

121 Waar is de druk op de punaise het grootst?
- ☐ A bij de kop
- ☐ B bij de punt
- ☐ C De kracht is bij de kop en bij de punt even groot.

122 Emmy duwt met een kracht van 15 N een punaise in een plank.
De kop van de punaise heeft een oppervlakte van 0,8 cm².

a Bereken de druk tussen de vinger en de kop van de punaise. Schrijf eerst de formule op.

druk = ____________________

druk = ____________________

druk = ____________________

b De punt van de punaise heeft een oppervlakte van 0,5 mm². Dat is 0,005 cm².
Bereken de druk tussen de punt en de plank.

druk = ____________________

druk = ____________________

druk = ____________________

+c Bereken hoeveel keer de druk op de punt groter is dan op de kop.

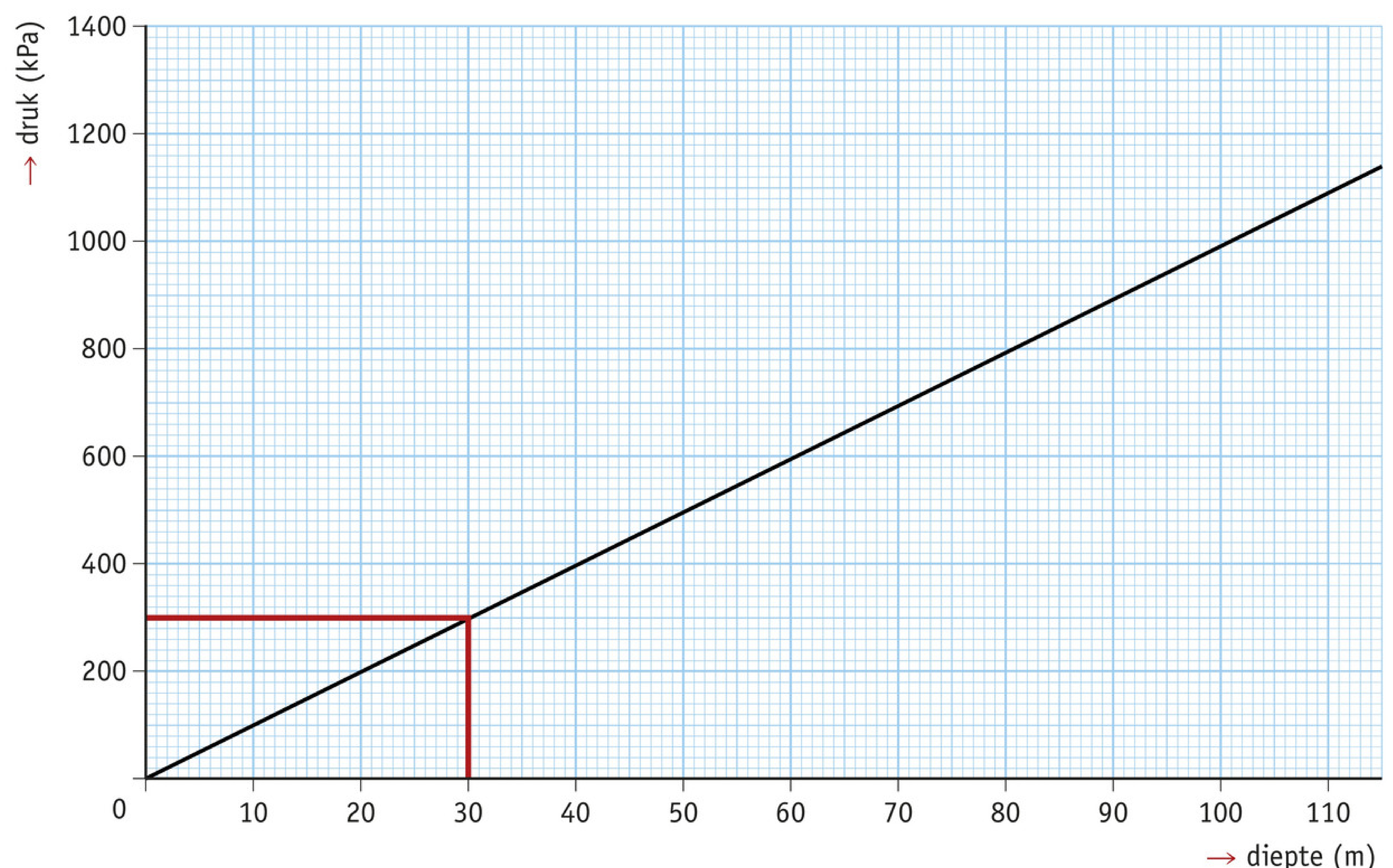
krachtvergroting = ____________________

= _________ keer

Druk onder water

Bij onder water zwemmen voel je druk op je oren. Hoe dieper je duikt, hoe meer druk je voelt. De druk onder water wordt gemeten in de eenheid pascal (Pa). 1 pascal is 1 newton per vierkante meter.
1 Pa = 1 N/m²
1000 Pa = 1 kPa
kPa spreek je uit als kilopascal.

In de grafiek van afbeelding 50 kun je de druk aflezen bij een bepaalde diepte onder water.



▶ **afbeelding 50**
Hoe dieper je duikt, hoe hoger de druk.

Voorbeeld 8
Hoe hoog is de druk op je oren als je 30 m diep duikt?
Zoek op de horizontale as de diepte van 30 m.
Ga recht omhoog tot aan de grafieklijn. Ga vanaf de grafieklijn horizontaal naar links tot aan de as met de druk. De druk is 300 kPa.

Druk in banden

In de banden van je fiets, van een scooter en van auto's zit lucht samengeperst. De druk in de band geeft aan hoe hard de band is opgepompt. De eenheid van luchtdruk in banden is Pa of kPa. Drukmeters voor de luchtdruk in banden geven de druk aan in bar.
100 kPa = 1 bar

Voor de wegligging is het belangrijk dat de druk in de banden (de bandenspanning) goed is. Hoe hoog de luchtdruk in een band moet zijn, hangt af van het voertuig en de soort band.

Opgaven

123 Als je duikt, voel je druk op je oren.

Hoe dieper je duikt, hoe ________________________ de druk.

124 Met welke eenheid wordt druk aangegeven?

____

125 kPa is de afkorting van ________________________.

126 Samengeperste lucht staat WEL / NIET onder druk.

127 Vul de juiste getallen in.

1000 Pa = ________ kPa

100 kPa = ________ bar

128 Een stuntman springt van een rots de zee in en duikt tot een diepte van 45 m.
Hoe hoog is de druk op de stuntman als hij 45 m onder water is?
Gebruik de grafiek van afbeelding 50 om het antwoord te vinden.

____

Onthouden!

Het gewicht is de kracht die het voorwerp uitoefent op de ondergrond.
De druk is de kracht per cm^2 of per m^2 van de ondergrond.
druk = kracht : oppervlakte
Hoe groter de oppervlakte, hoe kleiner de druk.
Hoe kleiner de oppervlakte, hoe groter de druk.
Manieren om de druk te verkleinen:

- tractorbanden
- rupsbanden
- rijplaten

Manieren om de druk te vergroten:

- punaise
- injectienaald
- mes

Hoe dieper onder water, hoe hoger de druk.
Hoe harder een band is opgepompt, hoe hoger de druk.
De eenheid van druk is pascal (Pa).
1 Pa = 1 N/m^2
100 kPa = 1 bar

7 Examen doen

Examenvraag 1

examen 2009, eerste tijdvak

Fietsen in de sneeuw



▲ afbeelding 51

De Ktrack is geschikt voor het fietsen in de sneeuw (afbeelding 51). Deze Ktrack heeft een speciaal achterwiel. Een achterwiel met rupsband heeft bepaalde voordelen.

1p → Wat is het voordeel van een rupsband vergeleken met een gewoon wiel?

- ☐ A Een rupsband heeft minder gewicht.
- ☐ B De druk onder de rupsband is groter.
- ☐ C De druk onder de rupsband is kleiner.
- ☐ D Met een rupsband is de sneeuwfiets beter bestuurbaar.

Examenvraag 2

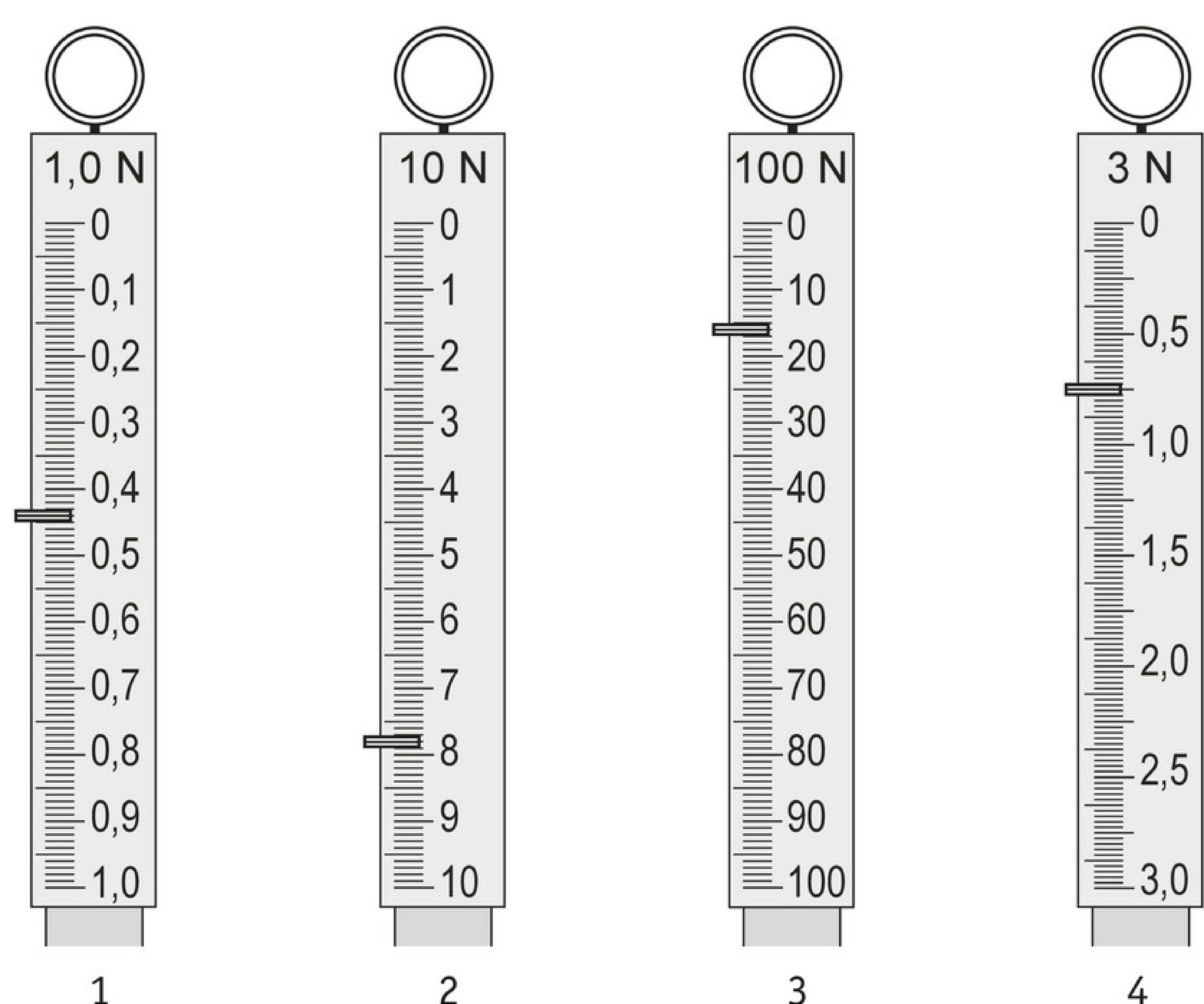
examen 2008, eerste tijdvak

Krachtmeters

In afbeelding 52 zie je vier krachtmeters getekend.

1p → Welke krachtmeter wijst de grootste kracht aan?

- ☐ A krachtmeter 1
- ☐ B krachtmeter 2
- ☐ C krachtmeter 3
- ☐ D krachtmeter 4



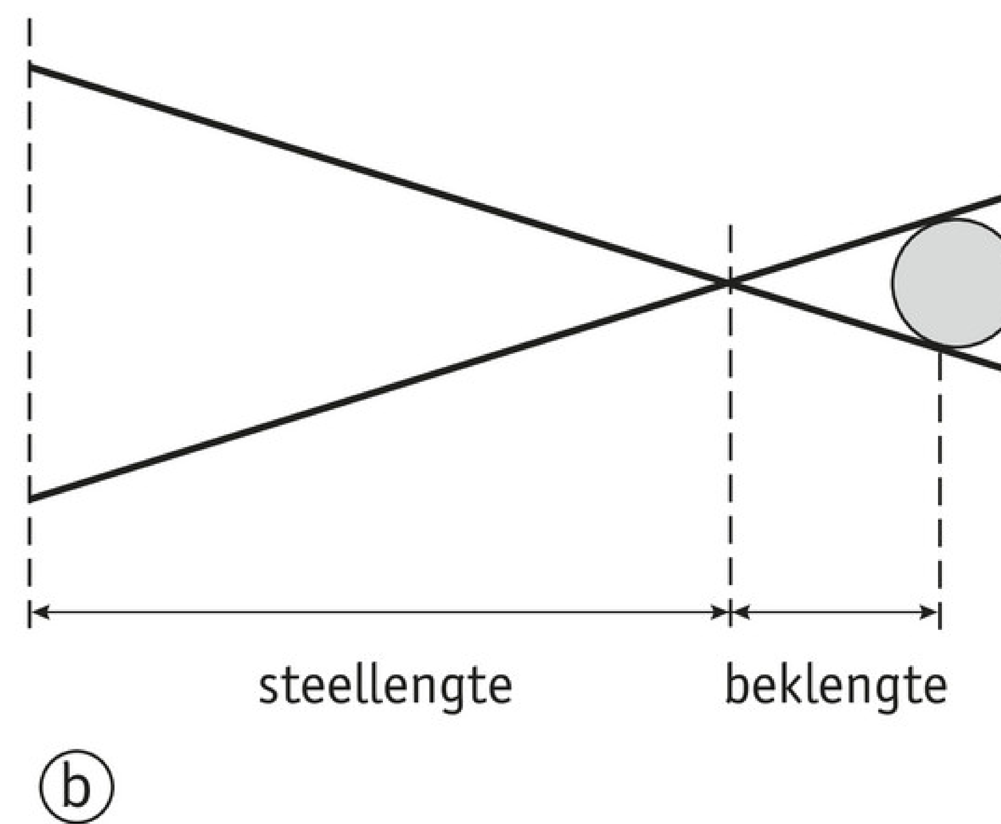
▲ afbeelding 52

Examenvraag 3

examen 2007, eerste tijdvak

Snoeischaar


ⓐ



ⓑ

▲ afbeelding 53

Mark knipt met een snoeischaar een tak van een boom (afbeelding 53).
De lengte van de steel is 60 cm. De lengte van de bek is 4 cm.
De knipkracht van de snoeischaar wordt berekend met de woordformule:

knipkracht (N) = handkracht (N) × steellengte (cm) : beklengte (cm)

Mark oefent een handkracht van 50 N uit op de steel van de snoeischaar.

3p → Bereken de knipkracht in newton.

Antwoorden

Examenvraag 1

Door de rupsband is de oppervlakte groter dan van een gewoon wiel.
Door de grotere oppervlakte wordt de druk kleiner.
Het juiste antwoord is C.

Examenvraag 2

De vier krachtmeters zijn even groot. Belangrijk is dat je kijkt naar het meetbereik van de krachtmeters. Het meetbereik staat bovenaan op de krachtmeters.
Meter C heeft een meetbereik van 100 N. Je kunt zien dat de wijzer van deze meter tussen de 10 en 20 staat.
De andere meters hebben een meetbereik dat 10 N of minder is.
Daardoor weet je dat krachtmeter 3 de grootste kracht aangeeft.
Het juiste antwoord is C.

Examenvraag 3
Deze opgave los je op door eerst de formule op te schrijven.
knipkracht (N) = handkracht (N) × steellengte (cm) : beklengte (cm)

Dan vul je de bekende getallen op de juiste plaats in.
De bekende getallen kun je lezen in de tekst van de opgave.

knipkracht (N) = 50 × 60 : 4

Met je rekenmachine reken je de som uit.

knipkracht (N) = 750 N
Let op dat je de eenheid van kracht (N) niet vergeet.

Opgaven

examen 2009, eerste tijdvak

Formule 1



▲ afbeelding 54

129 Tijdens het optrekken van een raceauto zijn de krachten erg groot (afbeelding 54).
De aandrijfkracht bedraagt 8000 N. De totale wrijvingskracht bedraagt 2000 N.

1p → Hoe groot is de nettokracht in dat geval?

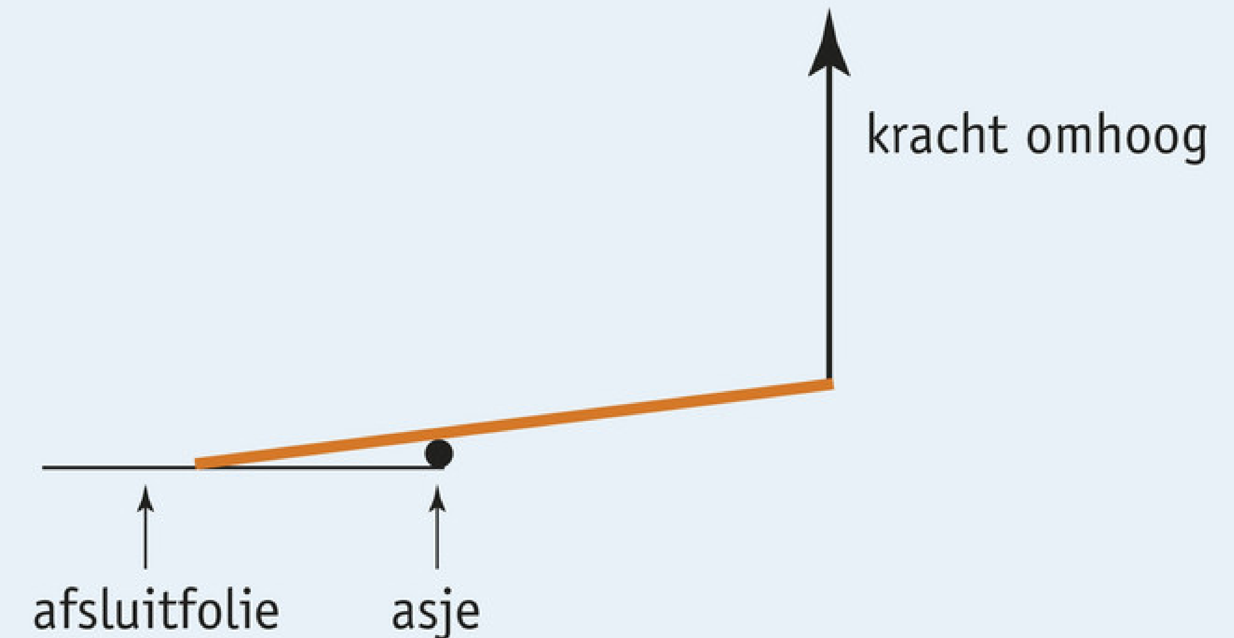
- ☐ A 2000 N
- ☐ B 6000 N
- ☐ C 8000 N
- ☐ D 10 000 N

examen 2009, eerste tijdvak

Frisdrankpak

130 Een frisdrankpak is afgesloten op de manier die in afbeelding 55 te zien is. Als je het lipje omhoogtrekt, breekt het afsluitfolie.





▲ **afbeelding 55**

Van het lipje is een zij-aanzicht getekend. De kracht omhoog levert een kracht omlaag op het afsluitfolie. De kracht omhoog is 3 N.

1p → Hoe groot is de kracht op het afsluitfolie?

- ☐ A minder dan 3 N
- ☐ B 3 N
- ☐ C meer dan 3 N

examen 2010, eerste tijdvak

Fietstakel

131 Om een fiets op te hangen gebruikt Leo een fietstakel (afbeelding 56).



▲ **afbeelding 56**
een fietstakel

Om de fiets op te hijsen moet Leo met een kracht van 40 N aan het losse uiteinde van het touw trekken.

3p → Teken in de figuur deze kracht. De krachtenschaal is 1 cm ≙ 10 N.

132

1p → Hoe groot is het gewicht van de fiets?

- ☐ A 10 N
- ☐ B 40 N
- ☐ C 80 N
- ☐ D 160 N

examen 2012, eerste tijdvak

Remmen

133 Stefanie rijdt op een snelweg. Plotseling ziet ze een rotsblok op de weg liggen (afbeelding 57).



▲ **afbeelding 57**
rotsblok op de weg

Het rotsblok heeft een gewicht van 35 000 kg (350 kN).

2p → Teken op schaal (1 cm ≙ 100 kN) de zwaartekracht op het rotsblok. Laat de kracht aangrijpen bij het kruisje (afbeelding 58).



▲ **afbeelding 58**
Teken de zwaartekracht op het rotsblok.

8 Test jezelf

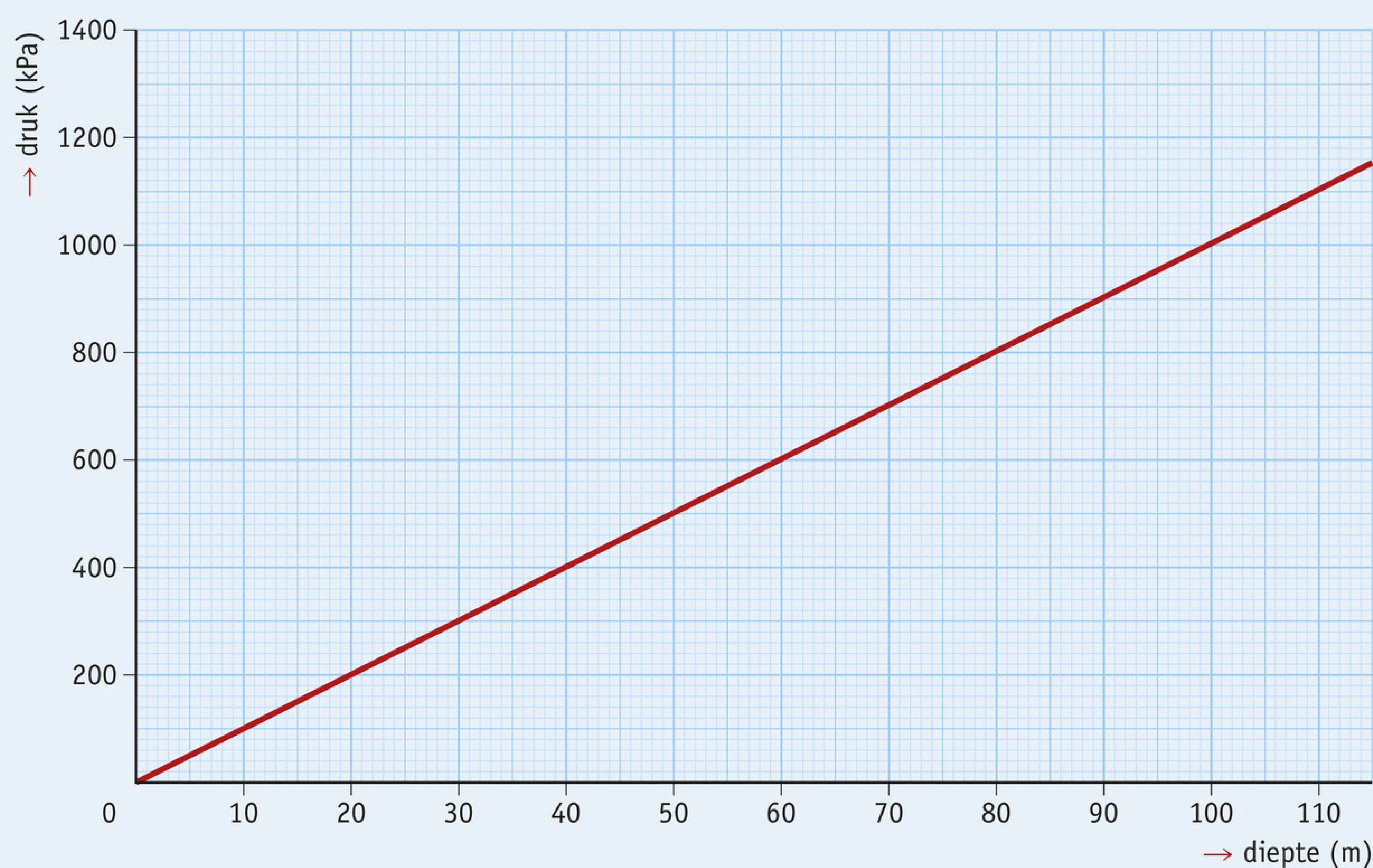
Waar / niet waar-vragen

Bewering	waar	niet waar
1 Als op je lichaam een kracht werkt, voel je dat meestal.		
2 Zwaartekracht werkt omlaag.		
3 Een kracht kun je vergroten met een hefboom.		
4 Sommige krachten kun je zien.		
5 Een kracht teken je als een pijl.		
6 Om een kracht te tekenen heb je een krachtenschaal nodig.		
7 Met een krachtenschaal kun je een kracht wegen.		
8 Machines gebruiken spierkracht.		
9 Een magneet trekt sommige metalen aan.		
10 Als de oppervlakte groter wordt, wordt de druk ook groter.		
11 Een veerunster is een digitale krachtmeter.		
12 De zwaartekracht op 1 kg appels is 10 N.		
13 Om de nettokracht te berekenen moet je de krachten met elkaar vermenigvuldigen.		
14 Een andere naam voor nettokracht is resultante.		
15 Als een hefboom in evenwicht is, gaat hij draaien.		
16 Vector is een ander woord voor pijl.		
17 Bij een takel geldt: wat je wint aan kracht, verlies je aan afstand.		
18 Op de lange arm van een hefboom werkt de grootste kracht.		
19 Bij een losse katrol is de kracht waarmee je aan het touw moet trekken 2 keer het gewicht van het voorwerp.		
20 In Binas staat: druk = kracht : oppervlakte		

Examenvragen

1 Freediving is een extreme vorm van duiken. Duikers proberen zonder zuurstoffles zo diep mogelijk te duiken. William Trubridge is het gelukt om naar een diepte van 88 meter te duiken.
Bepaal uit het diagram de druk die het water op het lichaam van William Trubridge uitoefent op een diepte van 88 meter. Geef in het diagram duidelijk aan hoe je het antwoord gevonden hebt.

De druk op een diepte van 88 m is ______________________.
Naar: Examen 2012, eerste tijdvak



▲ **afbeelding 59**
het diagram om de druk te bepalen

2 Een oude Friese hangklok heeft een uurwerk dat wordt aangedreven door een gewicht (afbeelding 60). Het gewicht zakt langzaam omlaag.



▲ **afbeelding 60**
een Friese klok

Je ziet in afbeelding 61 het gewicht met een massa van 2000 g (2 kg).
– Teken de zwaartekracht op het gewicht vanuit het zwaartepunt Z.
– Noteer de grootte bij de afbeelding. Gebruik als schaal 1 cm ≙ 5 N.
Examen 2014, eerste tijdvak

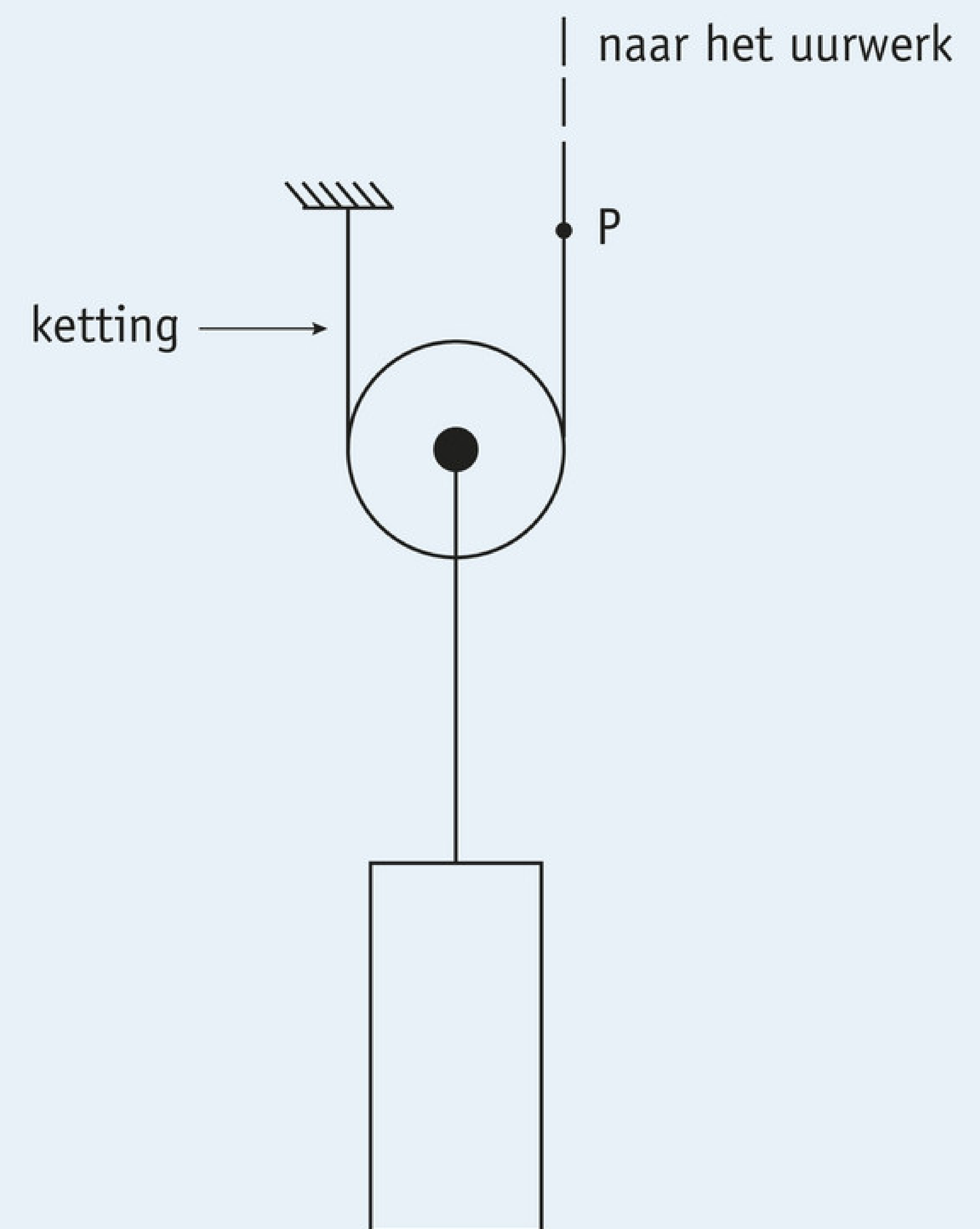


▲ **afbeelding 61**
het gewicht

3 Het gewicht hangt aan een losse katrol. Over de katrol loopt een ketting die het uurwerk aandrijft. Je ziet een schematische afbeelding van het gewicht aan deze katrol (afbeelding 62).

Vergelijk de kracht in de ketting met de zwaartekracht op het gewicht.
Wat is juist over de kracht in de ketting naar het uurwerk?
- ☐ A De kracht is even groot.
- ☐ B De kracht is half zo groot.
- ☐ C De kracht is 2 keer zo groot.

Examen 2014, eerste tijdvak

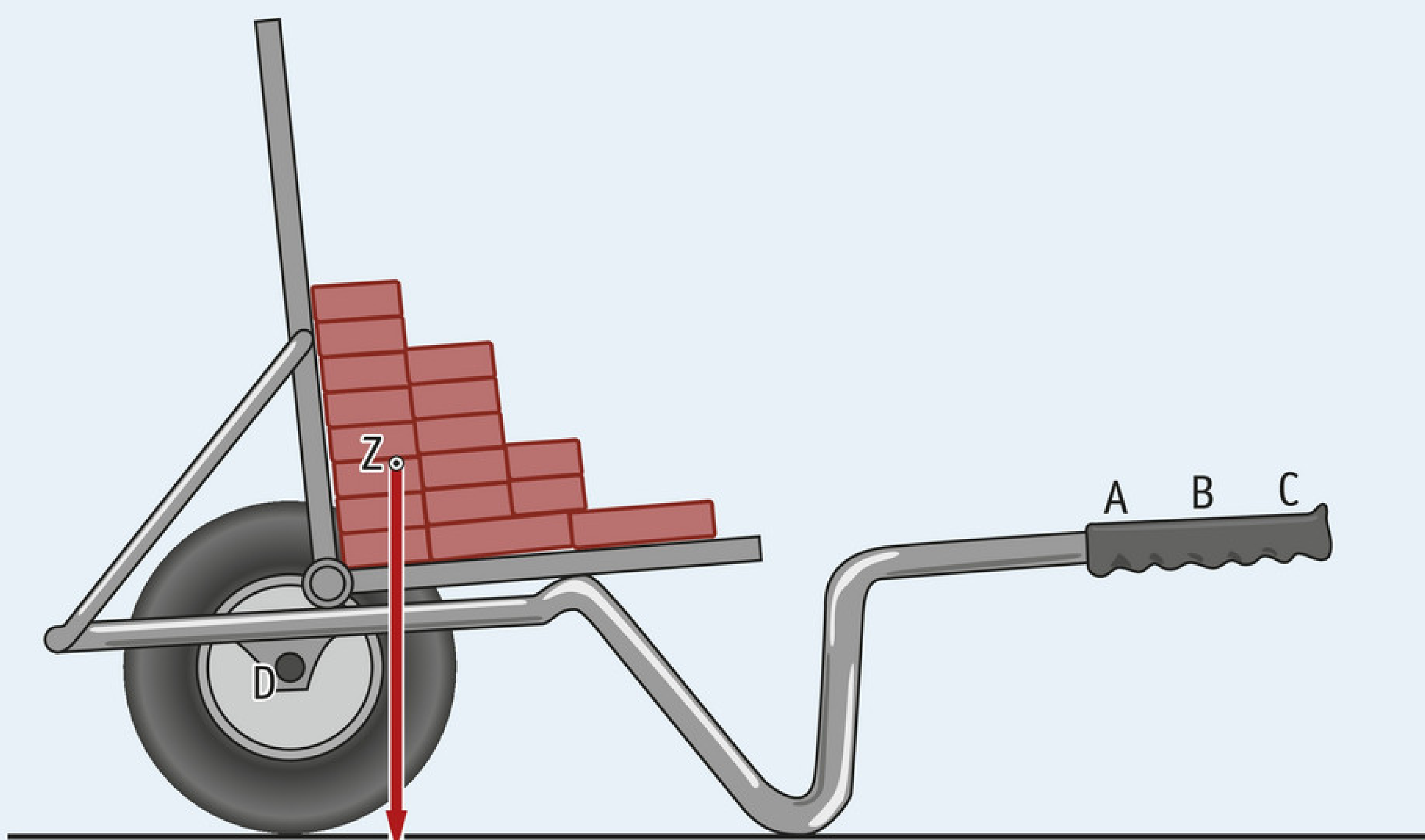


▲ **afbeelding 62**
schematische afbeelding van het gewicht aan de katrol

4 Het gewicht zakt 30 cm.
Welke afstand legt punt P van de ketting af?
- ☐ A 15 cm
- ☐ B 30 cm
- ☐ C 60 cm

Examen 2014, eerste tijdvak

5 Op een steenkruiwagen ligt een aantal stenen (afbeelding 63). In punt Z werkt de zwaartekracht F_z (op de stenen en de kruiwagen). De as van het wiel is met D aangegeven.



▲ **afbeelding 63**
een steenkruiwagen

Een kruier tilt de kruiwagen bij het handvat op.
Leg uit in welk punt (A, B of C) zijn benodigde spierkracht het kleinst is.

____

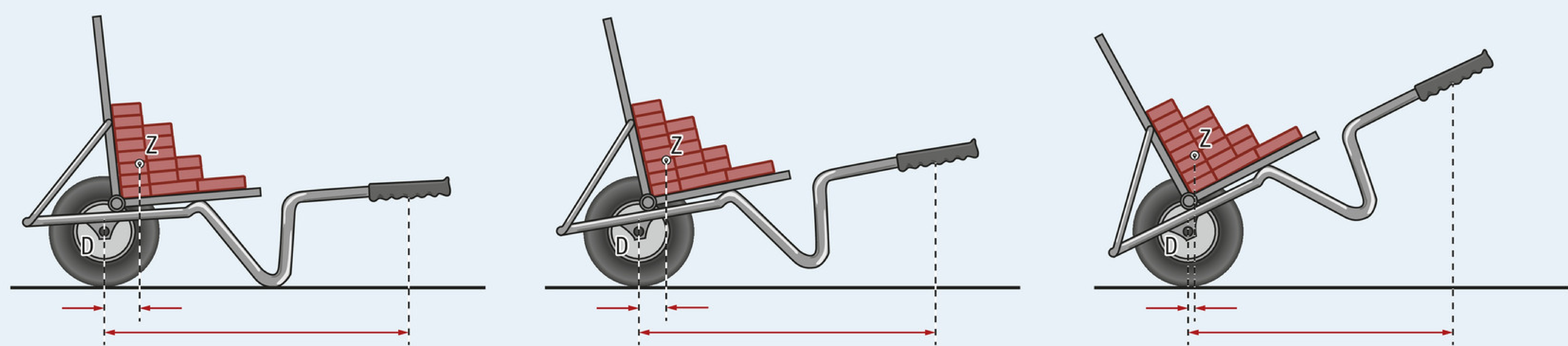
____

____

____

Examen 2013, eerste tijdvak

6 De kruier tilt het uiteinde steeds hoger op (afbeelding 64).



▲ **afbeelding 64**
verschillende standen van de steenkruiwagen

Wat is juist over zijn benodigde spierkracht?

- ☐ A Die blijft gelijk.
- ☐ B Die wordt groter.
- ☐ C Die wordt kleiner.

Examen 2013, eerste tijdvak

7 Voor het verplaatsen van zware voorwerpen kun je een mobiele kraan gebruiken (afbeelding 65).



◀ **afbeelding 65**
een mobiele kraan

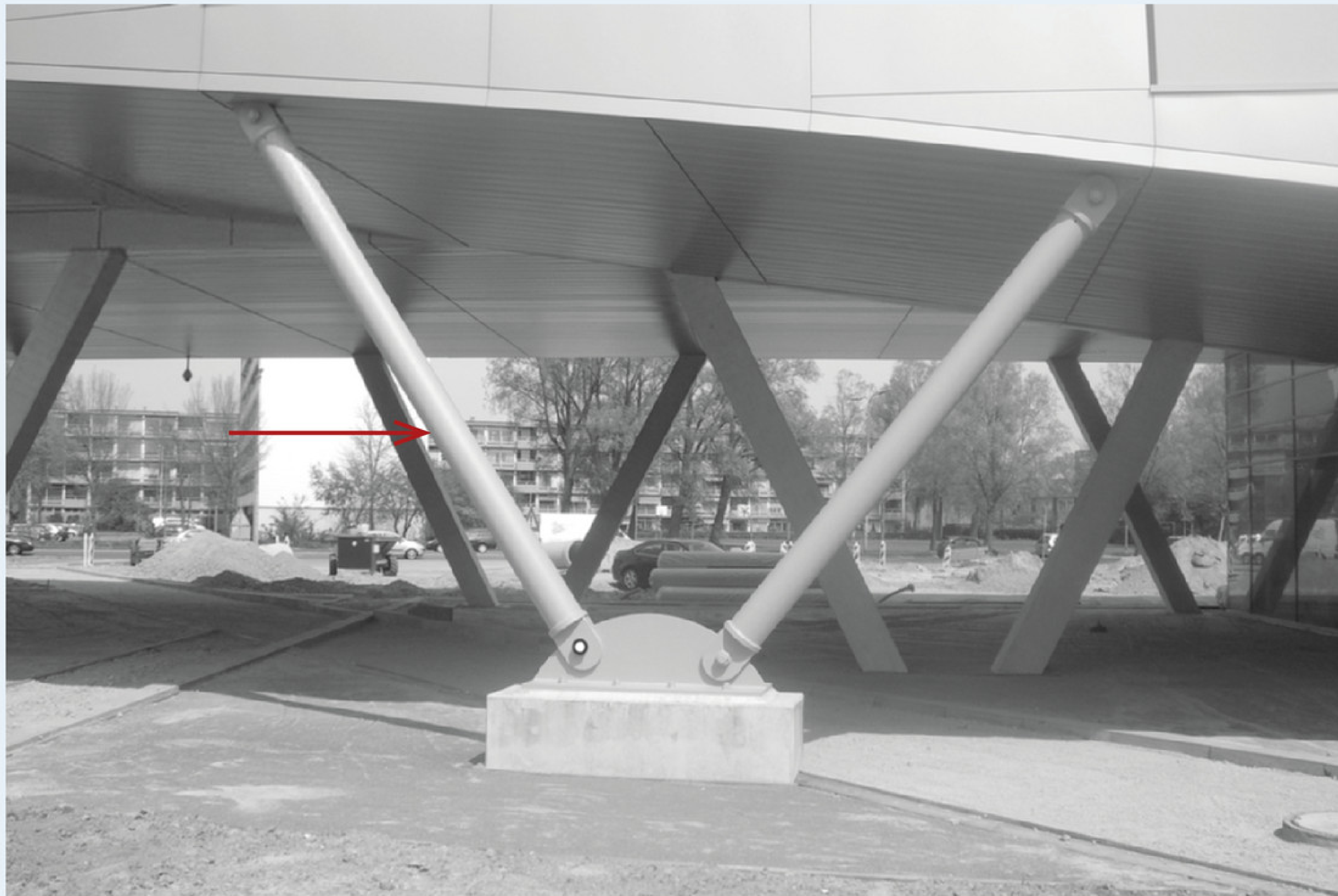
Deze mobiele kraan heeft 18 wielen. Over deze kraan staan twee zinnen.
Omcirkel in elke zin de juiste mogelijkheid.

	de druk	
Er worden 18 wielen gebruikt om	de kracht	van de kraan op de ondergrond groot te maken.
	de oppervlakte	

	de druk	
Veel wielen maken	de kracht	van de kraan op de ondergrond klein.
	de oppervlakte	

Examen 2013, eerste tijdvak

8 Een kantoorgebouw staat op palen (afbeelding 66).



◀ **afbeelding 66**
de palen waar het kantoorgebouw op rust

Eén van de palen is met een pijl aangewezen. De kracht in deze paal is 80 000 N.
Teken de kracht die deze paal uitoefent op de betonnen voet.
schaal: 1 cm ≙ 20 000 N
De witte stip is het aangrijpingspunt van die kracht.
Examen 2011, eerste tijdvak

9 Aan een slagboom is een contragewicht vastgemaakt (afbeelding 67).



▲ **afbeelding 67**
de slagboom

Waarom is dat gedaan?
☐ A De slagboom gaat anders vanzelf open.
☐ B De slagboom kan met minder kracht worden geopend.
☐ C De slagboom wordt daardoor steviger.
Examen 2010, eerste tijdvak

10 Afbeelding 68 toont een kapotte band van een vuilniswagen. De vuilniswagen is door stukken glas gereden en in de berm tot stilstand gebracht.
Op elke band van de vrachtwagen werkt een massa van 2700 kg. De band heeft een contactoppervlakte van 900 cm^2.
Bereken de druk op de band.

Examen 2012, eerste tijdvak



▲ **afbeelding 68**
de kapotte band


tot het rode l
er kan nog e

3 Elektrische schakelingen

Inhoud

Startvraag

Schrijf vijf voorbeelden op van een elektrische schakeling.

____

____

____

____

____

1 De serieschakeling

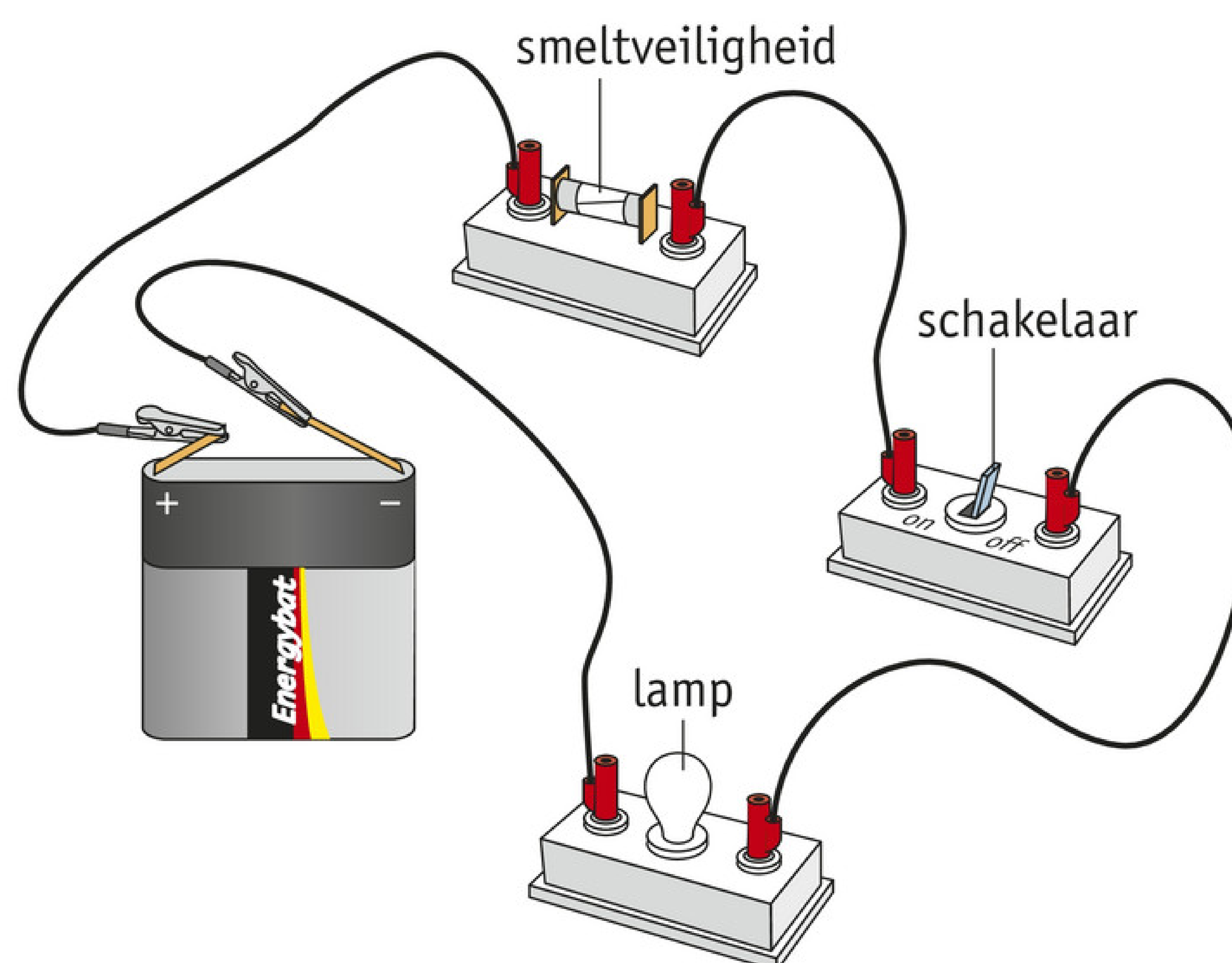
Lampen en apparaten kun je in serie aansluiten. Als één apparaat niet werkt of uitgeschakeld is, werken de andere apparaten ook niet.

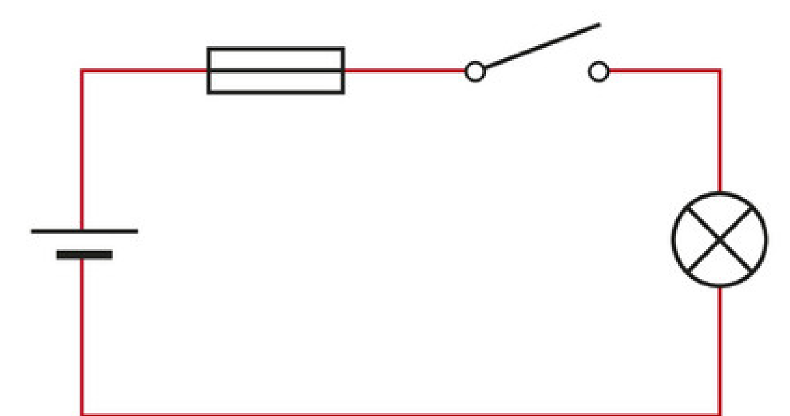
Eén stroomkring

In een **serieschakeling** staan alle apparaten in **één stroomkring**. Dit zie je in afbeelding 1. Een spanningsbron, een smeltveiligheid, een schakelaar en een lamp staan in één stroomkring. Het schema van deze serieschakeling zie je in afbeelding 2.

In het schakelschema zie je dat de schakelaar openstaat. De lamp brandt daardoor niet. In een schakeling loopt geen stroom als de schakelaar openstaat. Daarom schakel je een schakelaar altijd in serie. Op die manier kan een schakelaar de stroom in de schakeling aan- en uitschakelen.

▶ **afbeelding 1**
een serieschakeling

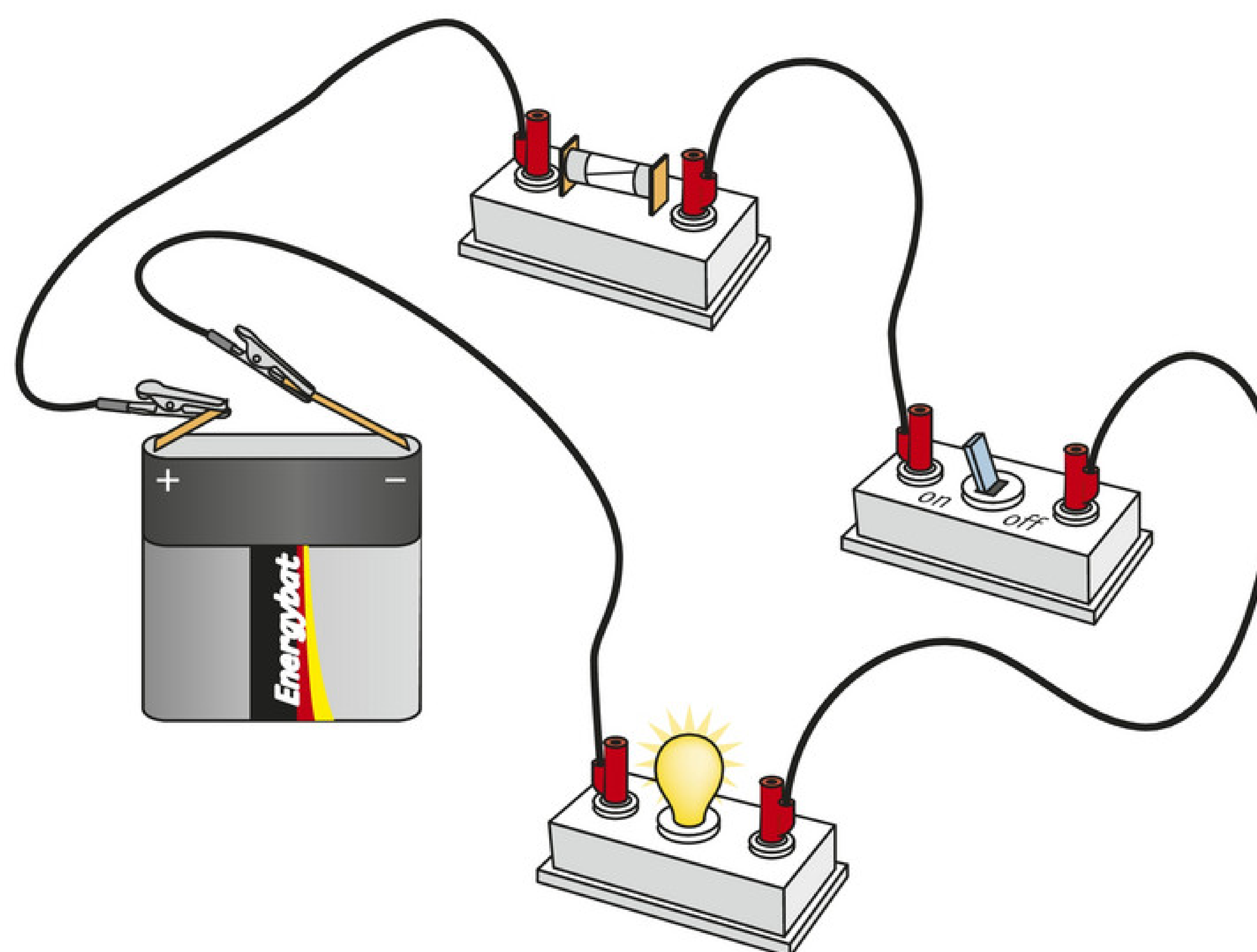


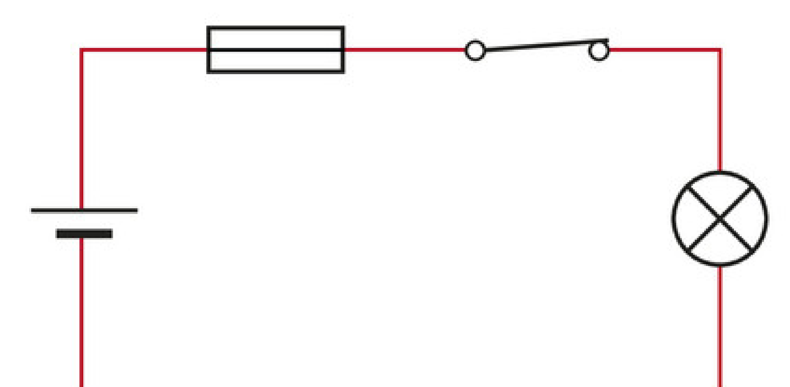


▲ **afbeelding 2**
schema van de serieschakeling

Als je de schakelaar sluit, gaat de lamp branden. Er loopt nu een elektrische stroom van de plus (+) naar de min (–) van de batterij. De stroomkring is gesloten (afbeelding 3). In afbeelding 4 zie je het schakelschema van deze gesloten stroomkring.

▶ **afbeelding 3**
een serieschakeling met gesloten schakelaar

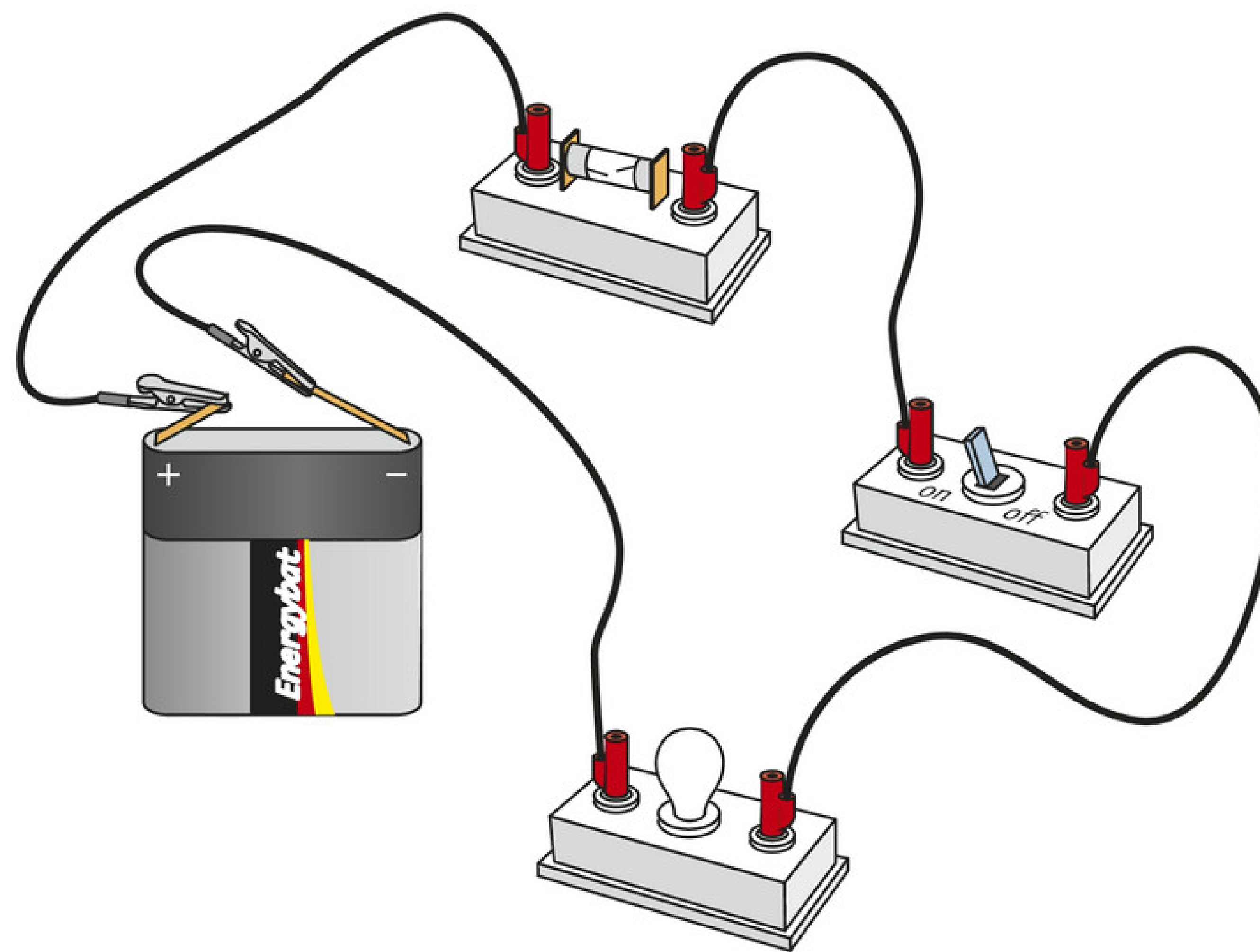




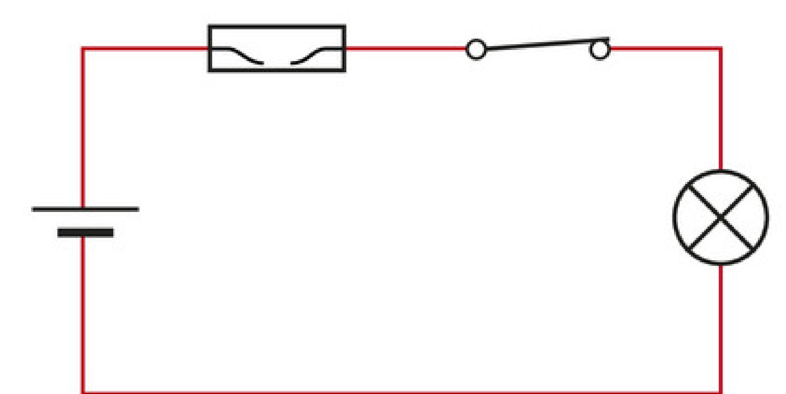
▲ **afbeelding 4**
schema van de serieschakeling met gesloten schakelaar

De stroomsterkte in een schakeling kan te groot worden. Bijvoorbeeld als het vermogen van de lamp te groot is of als er kortsluiting is. Door een grote stroom wordt het draadje in de smeltveiligheid heet en smelt. De stroomkring is dan niet meer gesloten. De lamp gaat uit (afbeelding 5). In afbeelding 6 zie je het schakelschema.

Er loopt geen stroom als de draad in de smeltveiligheid stuk is. Er is geen gesloten stroomkring. Een smeltveiligheid is daarom altijd in serie geschakeld. Op die manier kan een smeltveiligheid de stroom in een schakeling uitschakelen.



▶ **afbeelding 5**
een smeltveiligheid met doorgebrand draadje



▲ **afbeelding 6**
schema van de schakeling met kapotte smeltveiligheid

Opgaven

1 Een schakelaar staat ALTIJD / NOOIT in serie.

2 Staat een schakelaar 'open', dan loopt er in die stroomkring WEL / GEEN stroom.

3 Loopt er stroom, dan is de schakelaar OPEN / GESLOTEN.

4 Hoeveel stroomkringen heeft een serieschakeling?

Een serieschakeling heeft ____________ stroomkring.

5 In een schakeling is de smeltveiligheid stuk.
Welke uitspraak over die schakeling is waar?
- ☐ A Als de schakelaar dicht is, loopt er stroom.
- ☐ B Als de schakelaar open is, loopt er stroom.
- ☐ C In die schakeling loopt een grote stroom.
- ☐ D In die schakeling loopt geen stroom.

6 In een auto zit een smeltveiligheid voor de motor van de ruitenwisser. De smeltveiligheid is in serie geschakeld met een schakelaar en de motor van de ruitenwisser.
Als de ruitenwisser werkt, is:
- de smeltveiligheid WEL / NIET stuk.
- de schakelaar OPEN / GESLOTEN.
- de motor WEL / NIET in werking.

7 Kijk in je Binas in tabel 12, *Elektrotechnische symbolen*.
Schrijf de namen op van de symbolen in tabel 1.

▼ **tabel 1** Vul de naam bij het symbool in.

symbool	naam
A	
M	

8 Welke vijf apparaten staan in de schakeling van afbeelding 7? Gebruik je Binas.
Apparaat 3 is als voorbeeld ingevuld.

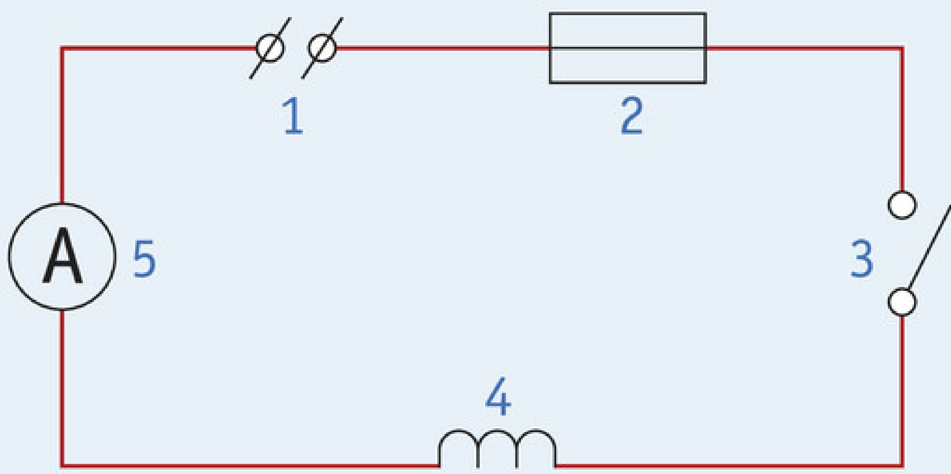
– 1 is een ______________________________.

– 2 is een ______________________________.

– 3 is een schakelaar.

– 4 is een ______________________________.

– 5 is een ______________________________.



▲ **afbeelding 7**
een serieschakeling

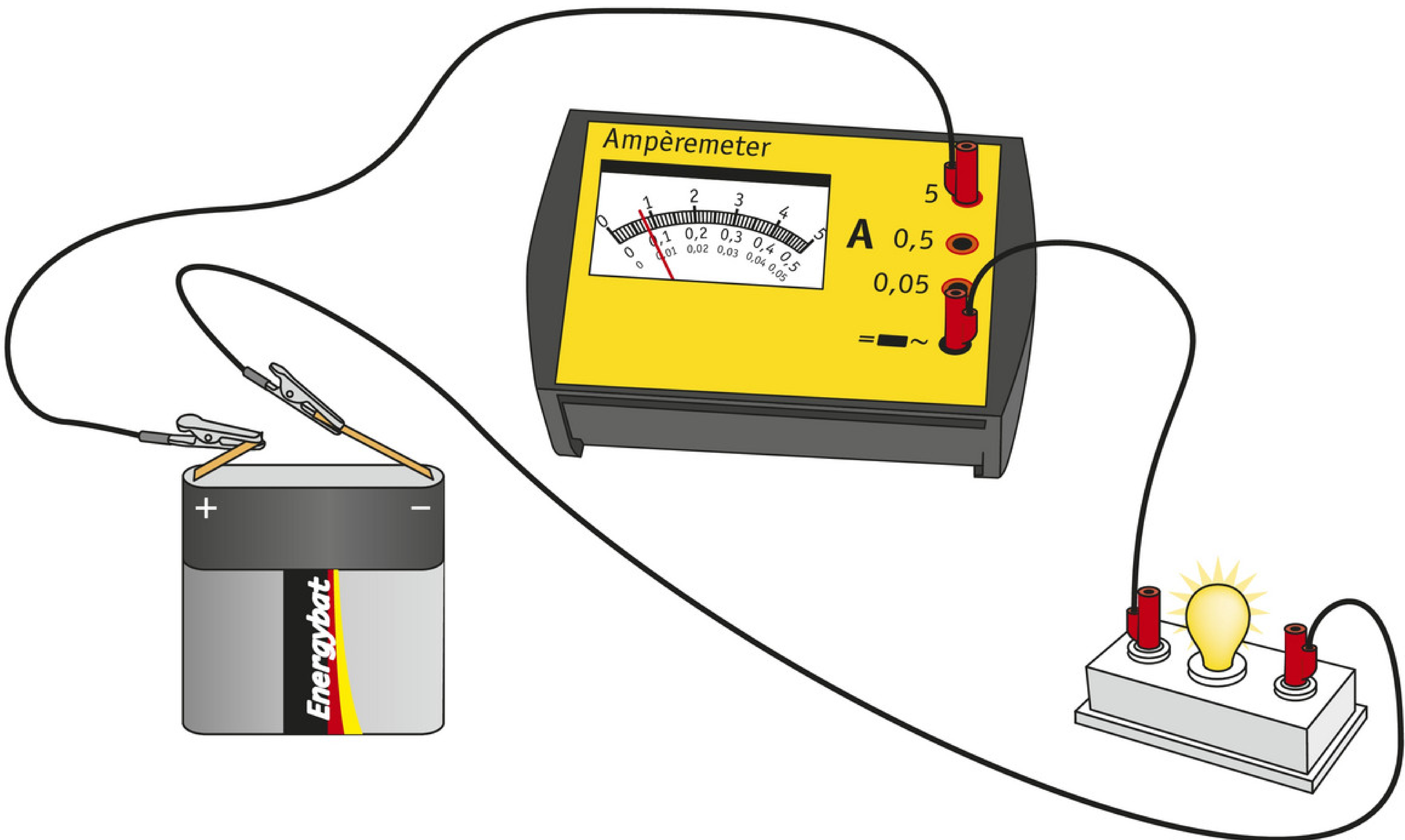
9 Waarom loopt er geen stroom in de serieschakeling van afbeelding 7?

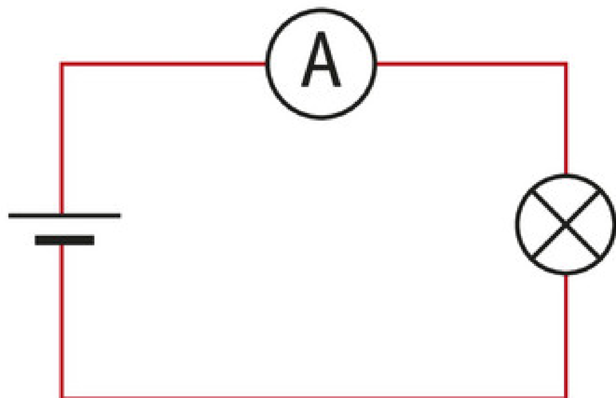
____

De stroommeter

Om een elektrische stroom te meten gebruik je een **stroommeter**. Een stroommeter moet je altijd in serie aansluiten. De stroommeter meet de sterkte van de stroom door de draad. De stroomsterkte wordt aangegeven in **ampère** (**A**). Een andere naam voor stroommeter is **ampèremeter**.

▼ **afbeelding 8**
serieschakelaar met stroommeter





▲ **afbeelding 9**
schema van de serieschakeling met stroommeter

In afbeelding 8 zie je de aansluiting om de stroom door een lamp te meten. Afbeelding 9 is het schema van deze schakeling.

De stroommeter heeft vier aansluitingen. Zo'n aansluiting heet een bus. De zwarte bus is voor de aansluiting van de min. De drie rode bussen zijn voor de aansluiting van de plus. Je kunt kiezen uit 5 A of 0,5 A of 0,05 A. Bij het aflezen van de meter kijk je naar de bijbehorende schaalverdeling.

Opgaven

10 Wat meet je met een stroommeter?

Een stroommeter meet ____.

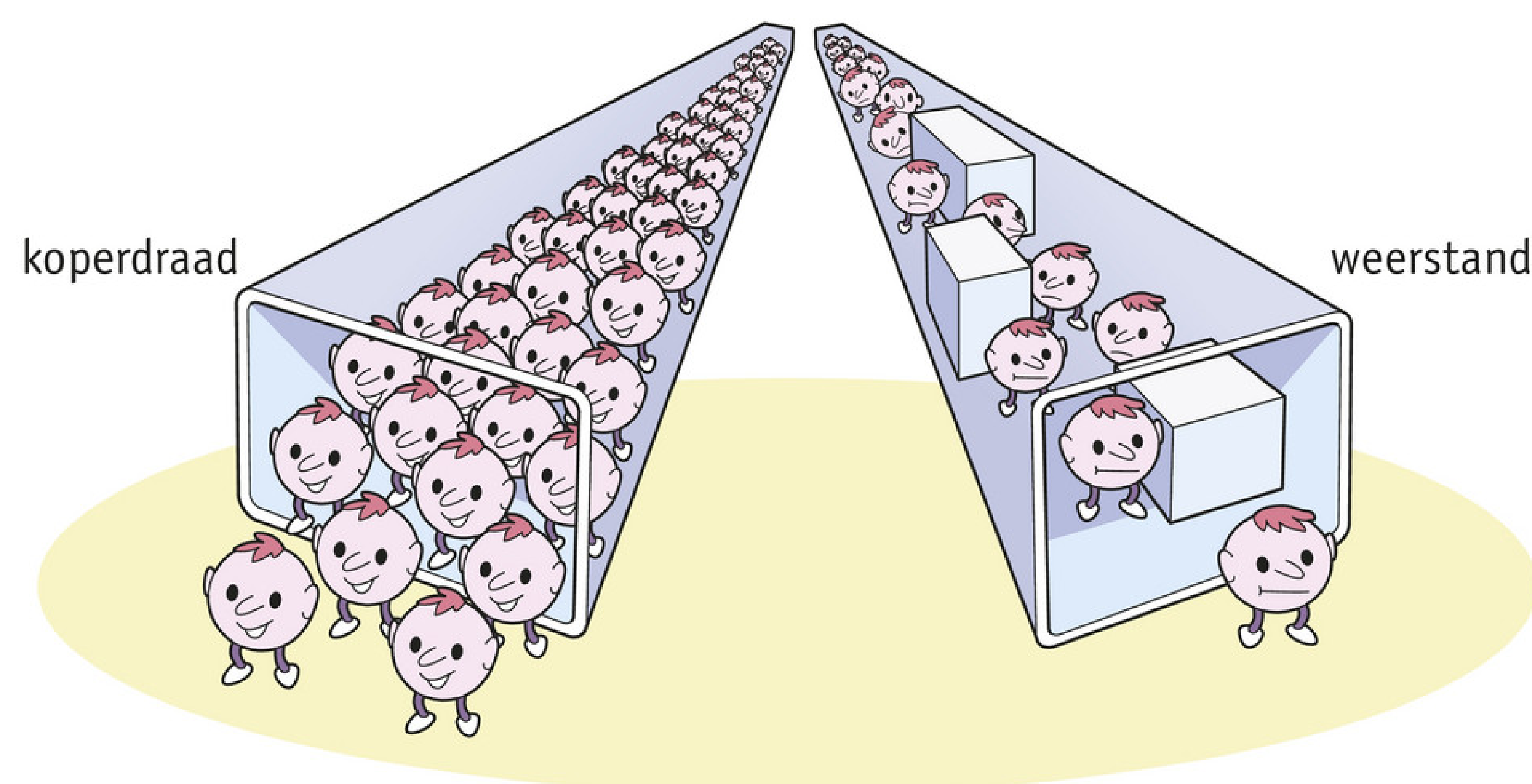
11 Hoe groot is de stroomsterkte door het lampje in afbeelding 8?

- ☐ A 0,008 A
- ☐ B 0,08 A
- ☐ C 0,8 A

12 Gaat het lampje stuk, dan meet de ampèremeter WEL / GEEN stroom.

Weerstand

Kijk naar afbeelding 10. Links zie je een elektrische stroom door koperdraad. De stroom gaat gemakkelijk door het koperdraad. Rechts zie je de stroom door een soldeerbout. Door een soldeerbout gaat de stroom minder makkelijk. Je zegt dat de soldeerbout een bepaalde weerstand heeft. Deze weerstand werkt de stroom tegen. Zo zorgt weerstand ervoor dat de stroom kleiner wordt.

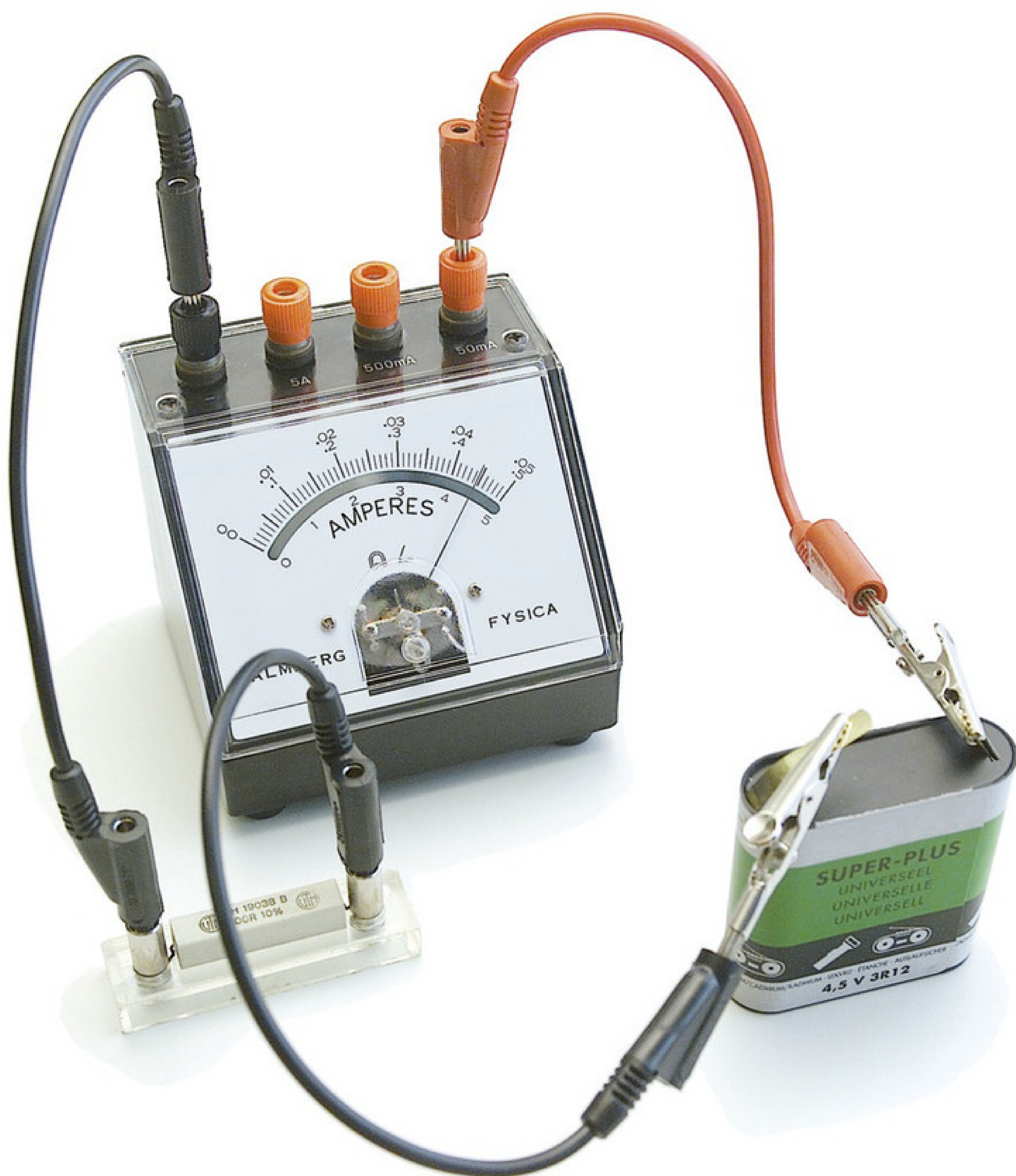


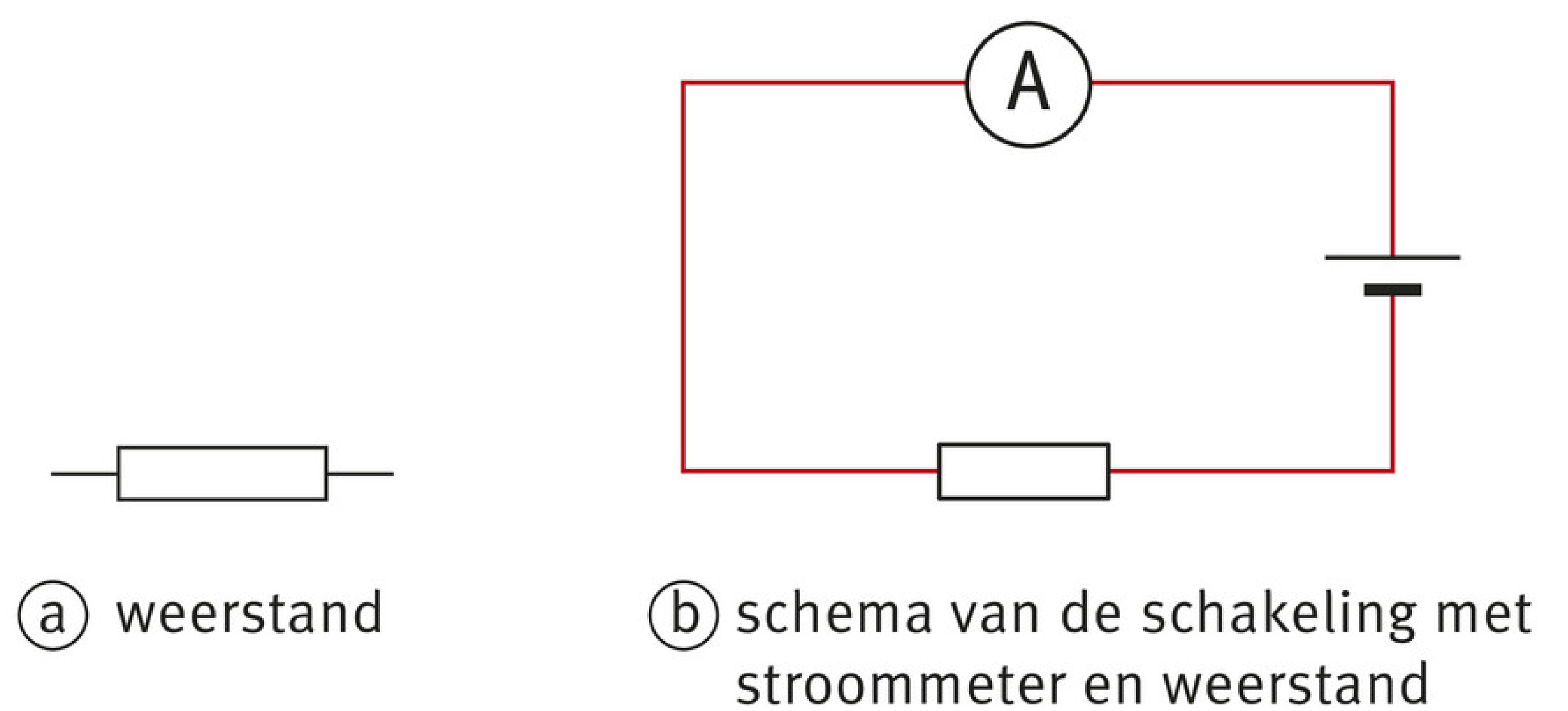
▶ **afbeelding 10**
stroom door een draad en door een soldeerbout (weerstand)

In plaats van een lamp of een ander apparaat kun je een weerstand opnemen in een schakeling. Een **weerstand** is een klein elektrisch apparaatje dat de stroom tegenwerkt. Een weerstand maakt de stroom kleiner. Weerstanden kunnen erg warm worden als er stroom doorheen loopt. Daarom worden weerstanden soms ook gebruikt om warmte te geven. Voorbeelden zijn weerstanden in een lijmpistool of in een soldeerbout.

In afbeelding 11 zie je een stroommeter (ampèremeter) en een weerstand in serie geschakeld. De stroommeter meet de stroom door de weerstand. Afbeelding 12a is het symbool van een weerstand. Afbeelding 12b is het schema van deze schakeling.

▼ **afbeelding 11**
schakeling met stroommeter en weerstand





ⓐ weerstand

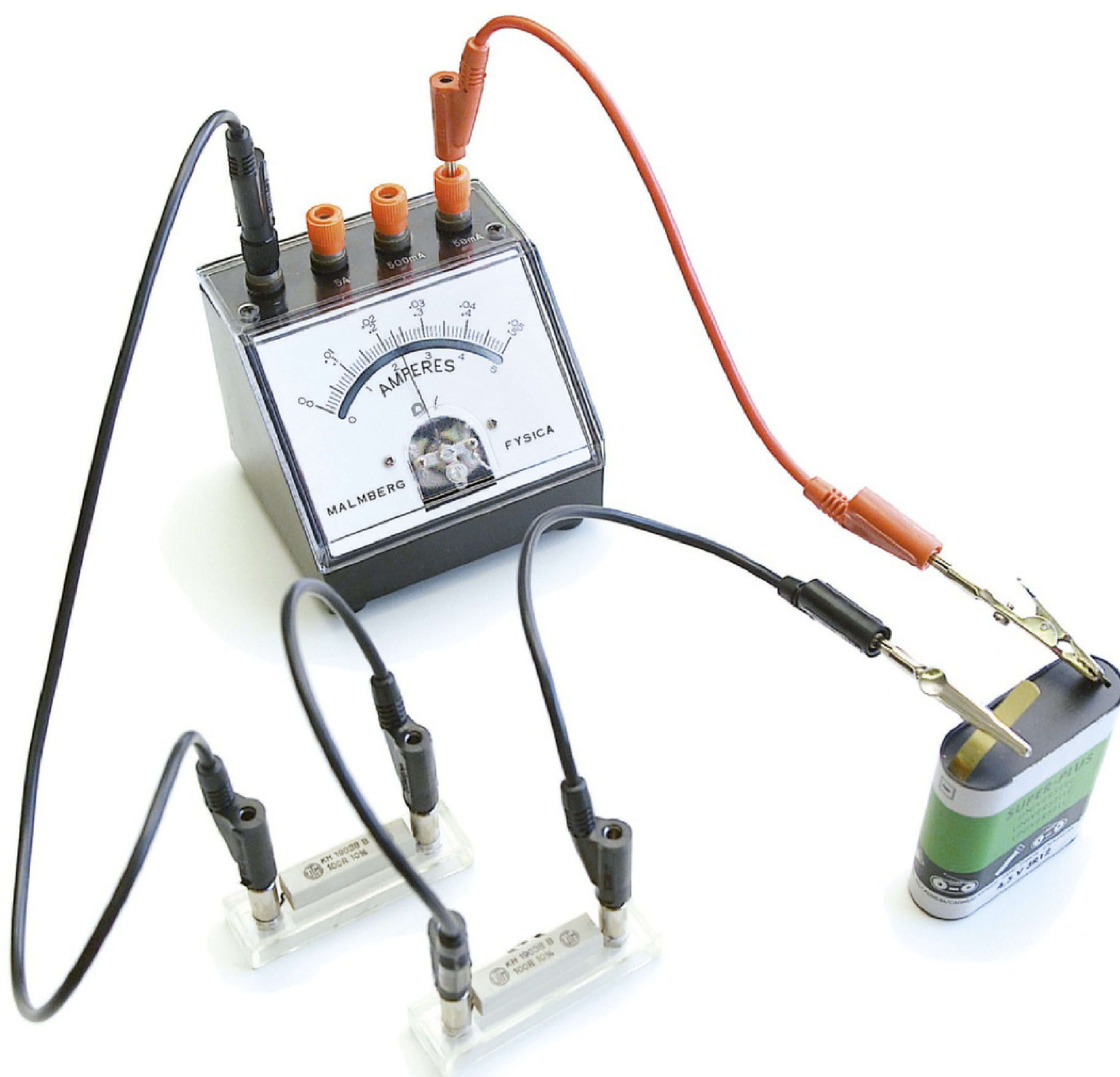
ⓑ schema van de schakeling met stroommeter en weerstand

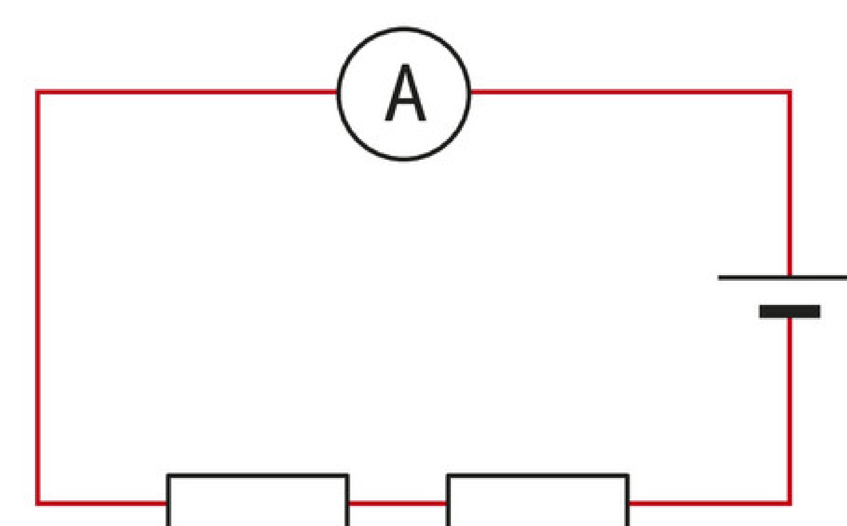
▲ **afbeelding 12**

Lampen, apparaten en weerstanden kun je in serie schakelen. De totale weerstand in de stroomkring wordt dan groter. Als de weerstand in de stroomkring groter wordt, wordt de stroom kleiner. Hoe meer apparaten je in serie schakelt, hoe kleiner de stroom wordt.

In afbeelding 13 wordt de stroom door twee weerstanden gemeten.

▼ **afbeelding 13**
schakeling met twee weerstanden





▲ **afbeelding 14**
schema van de schakeling met twee weerstanden

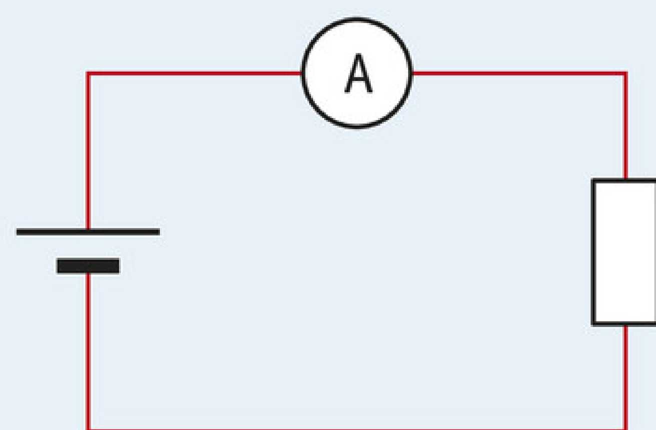
Opgaven

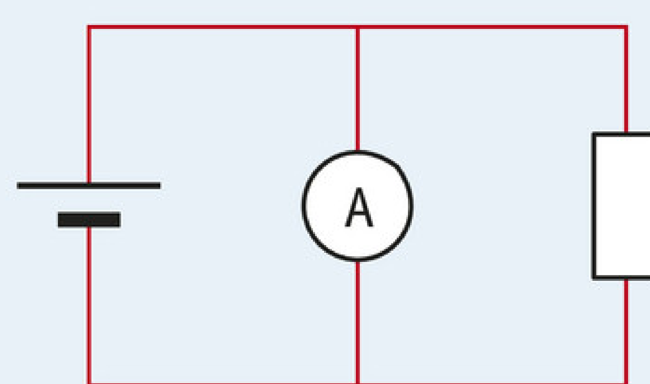
13 De stroommeter in afbeelding 11 is aangesloten op de bus van 0,05 A.
Hoe groot is de stroomsterkte door de weerstand in afbeelding 11?
- ☐ A 0,045 A
- ☐ B 0,45 A
- ☐ C 4,5 A

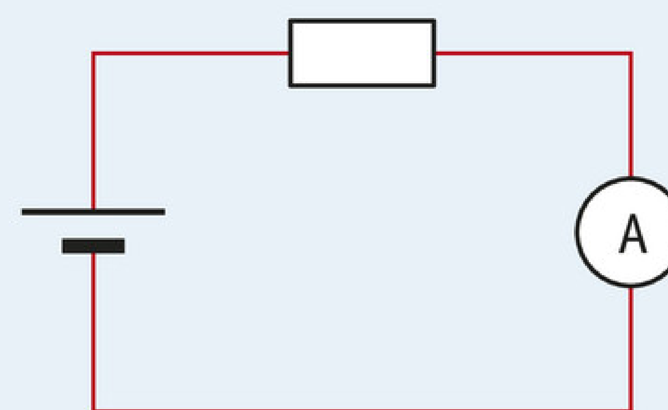
14 Hoe groot is de stroomsterkte door de weerstanden in afbeelding 13?
- ☐ A 0,020 A
- ☐ B 0,023 A
- ☐ C 0,025 A

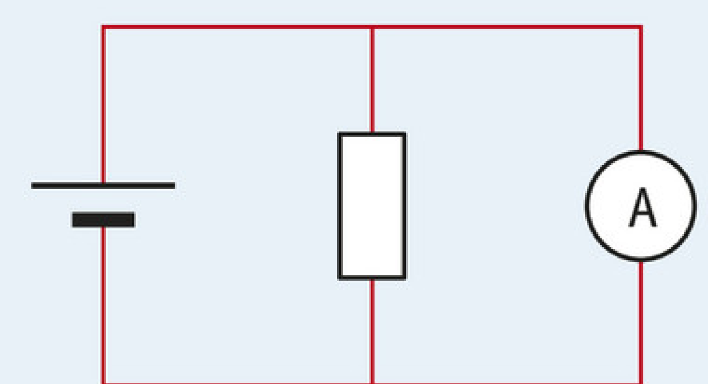
15 De weerstand in een schakeling wordt 2 keer zo groot.
Wat gebeurt er dan met de stroomsterkte in de schakeling?
- ☐ A De stroomsterkte wordt 2 keer zo klein.
- ☐ B De stroomsterkte blijft gelijk.
- ☐ C De stroomsterkte wordt 2 keer zo groot.

16 Je moet de stroomsterkte door een weerstand meten.
In welk schema of schema's uit afbeelding 15 is hiervoor de goede aansluiting getekend?
- ☐ A alleen in schema 1
- ☐ B alleen in schema 2
- ☐ C alleen in schema 3
- ☐ D alleen in schema 4
- ☐ E in schema 1 en schema 3
- ☐ F in schema 2 en schema 4









▲ **afbeelding 15**
de stroom door een weerstand meten

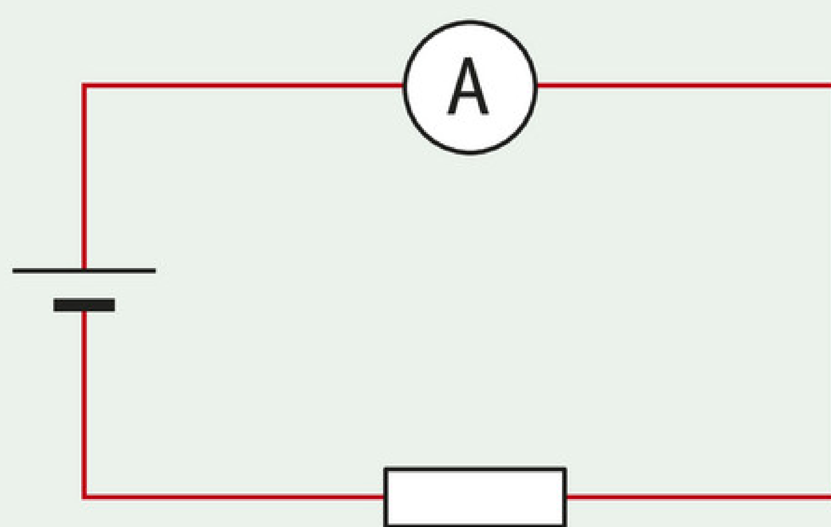
Proef 1 Stroom meten door weerstanden

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 stroommeter (ampèremeter) van 0–5 A
- ☐ 1 batterij van 4,5 V
- ☐ 2 weerstanden van 10 Ω / 2 W
- ☐ 2 krokodillenbekjes
- ☐ 4 snoertjes

Uitvoering

- Maak de schakeling volgens het schema van afbeelding 16:
  - Sluit de + van de batterij aan op de bus van 5 A van de stroommeter.
  - Sluit de – van de stroommeter aan op de weerstand.
  - Sluit de weerstand aan op de – van de batterij.
- Kijk op de meter hoe groot de stroom is door de weerstand.



▲ **afbeelding 16**
het meten van de stroom
door één weerstand

1 De stroomsterkte op de schaal van 5 A is WEL / NIET nauwkeurig af te lezen.

- Haal het snoertje uit de bus van 5 A van de stroommeter.
- Steek het snoertje in de bus van 0,5 A.

2 De stroomsterkte op de schaal van 0,5 A is WEL / NIET nauwkeurig af te lezen.

- Lees op de meter de stroom af die door de weerstand gaat.

3 De stroom door de weerstand is __________ A.

- Sluit de tweede weerstand in serie met de aangesloten weerstand.
- Weet je niet hoe dat moet, kijk dan nog eens naar afbeelding 13.

4 De stroom door de twee weerstanden is __________ A.

5 Deel de uitkomst van vraag 3 door de uitkomst van vraag 4:
- Vul de uitkomst van vraag 3 in onderstaande formule in.
- Vul ook de uitkomst van vraag 4 in de formule in.
- Neem je rekenmachine.
- Deel de uitkomst van vraag 3 door de uitkomst van vraag 4.
- Rond het antwoord af op een geheel getal (geen komma).
- Schrijf het antwoord van de berekening op.

berekening = uitkomst vraag 3 : uitkomst vraag 4

berekening = _________ A : _________ A

berekening = _________

6 Wordt de weerstand ____ keer zo groot, dan wordt de stroom ____ keer zo klein.

- Ruim alles netjes op.

Onthouden!

In een gesloten stroomkring loopt stroom.
In een open stroomkring loopt geen stroom.
In een serieschakeling staan alle apparaten in één stroomkring.
Apparaten die altijd in serie worden geschakeld:
- schakelaar
- smeltveiligheid
- stroommeter (ampèremeter)

Een stroommeter meet de sterkte van de stroom door een draad.
De stroomsterkte wordt aangegeven in ampère (A).
Als de weerstand groter wordt, wordt de stroom kleiner.
Een weerstand is een elektrisch apparaatje dat de stroom tegenwerkt.

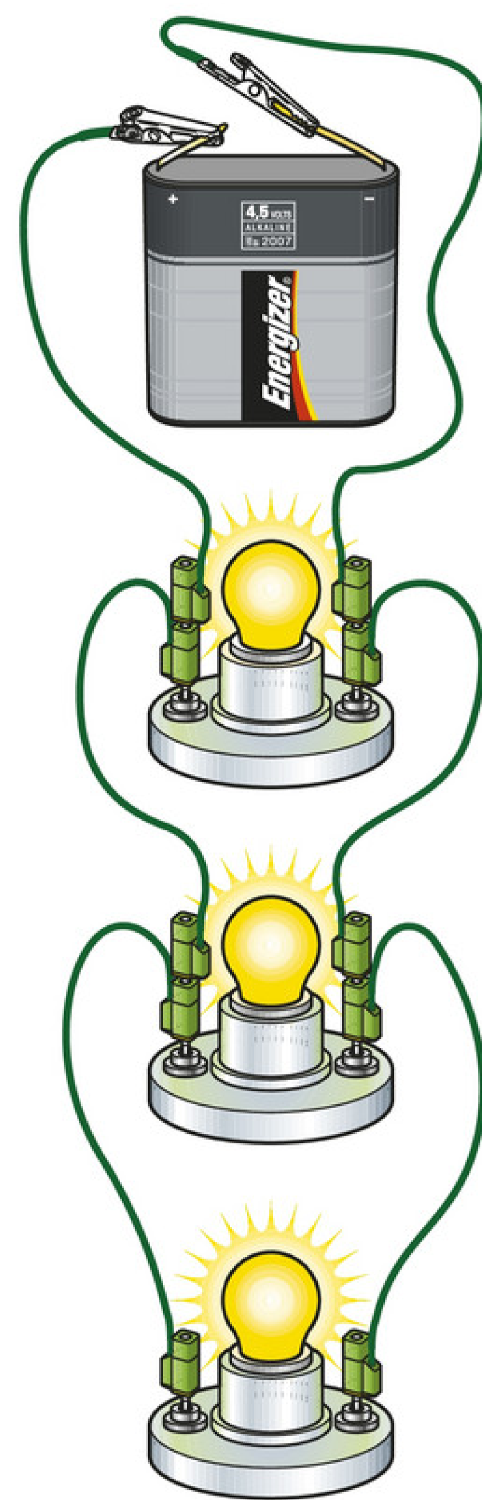
2 De parallelschakeling

Lampen en andere apparaten kun je ook parallel schakelen. Als één apparaat kapotgaat of uitgeschakeld is, werken de andere apparaten nog wel.

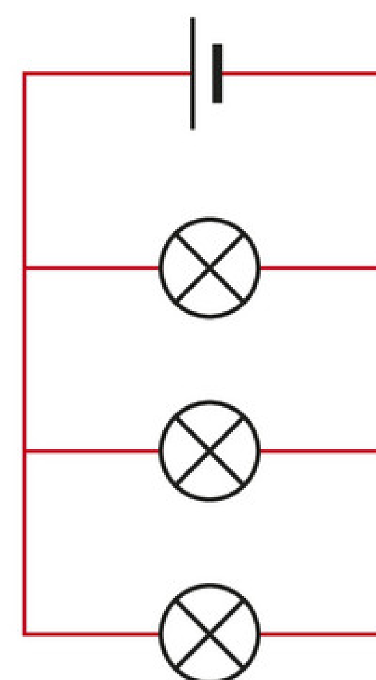
Aparte stroomkringen

Lampen worden bijna altijd parallel geschakeld. Als er dan één lamp kapotgaat, blijven de andere lampen branden. Ook apparaten zoals een radio, computer en tv staan altijd parallel. In een **parallelschakeling** staat elk apparaat in een **aparte stroomkring**.

In afbeelding 17 zijn drie lampen parallel geschakeld. Afbeelding 18 is het schakelschema. Hier zie je dat elke lamp is aangesloten op de plus en de min van de batterij. Er zijn dus drie stroomkringen. Elke lamp heeft zijn eigen stroomkring.



▲ **afbeelding 17** parallelschakeling met drie lampen



▲ **afbeelding 18** schema van de parallelschakeling met drie lampen

Opgaven

17 Vijf apparaten staan parallel geschakeld.
Hoeveel stroomkringen heeft de schakeling?

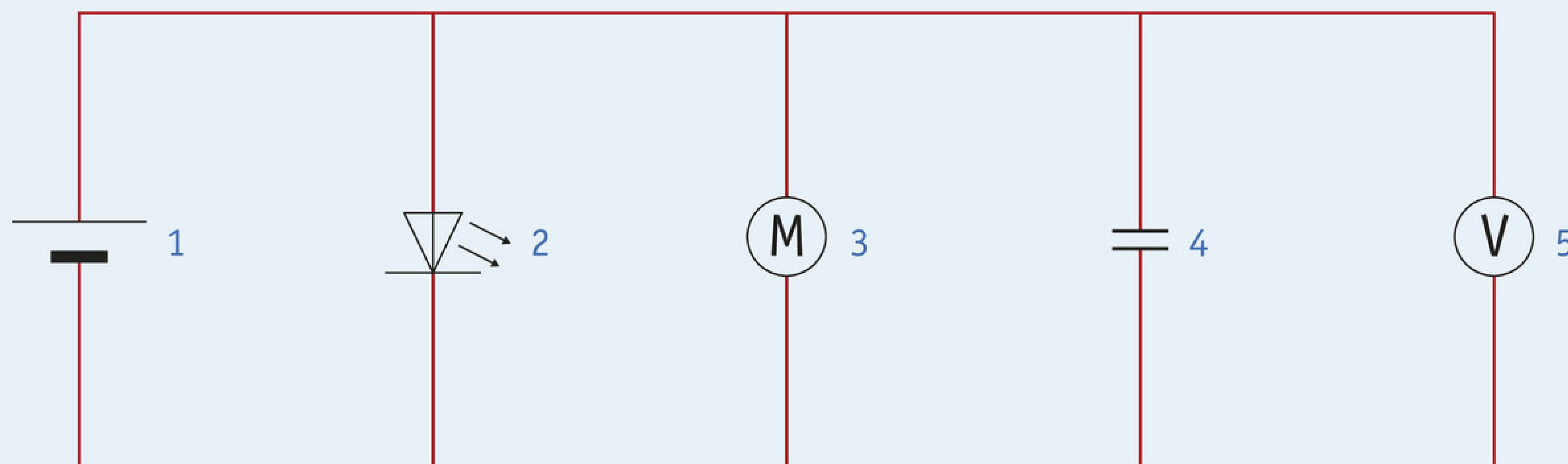
______

18 In afbeelding 17 gaat één lamp kapot.
Hoeveel gesloten stroomkringen zijn er dan?

______

19 Een schakelaar staat altijd ALTIJD / NOOIT parallel geschakeld.

20 Welke vijf apparaten staan in de schakeling van afbeelding 19? Gebruik je *Binas*.
Apparaat 1 is als voorbeeld ingevuld.
- 1 is een batterij.
- 2 is een ______________________________.
- 3 is een ______________________________.
- 4 is een ______________________________.
- 5 is een ______________________________.



▲ **afbeelding 19**
een parallelschakeling

21 De batterij is in deze schakeling de spanningsbron.
Hoeveel apparaten zijn er op de batterij aangesloten?

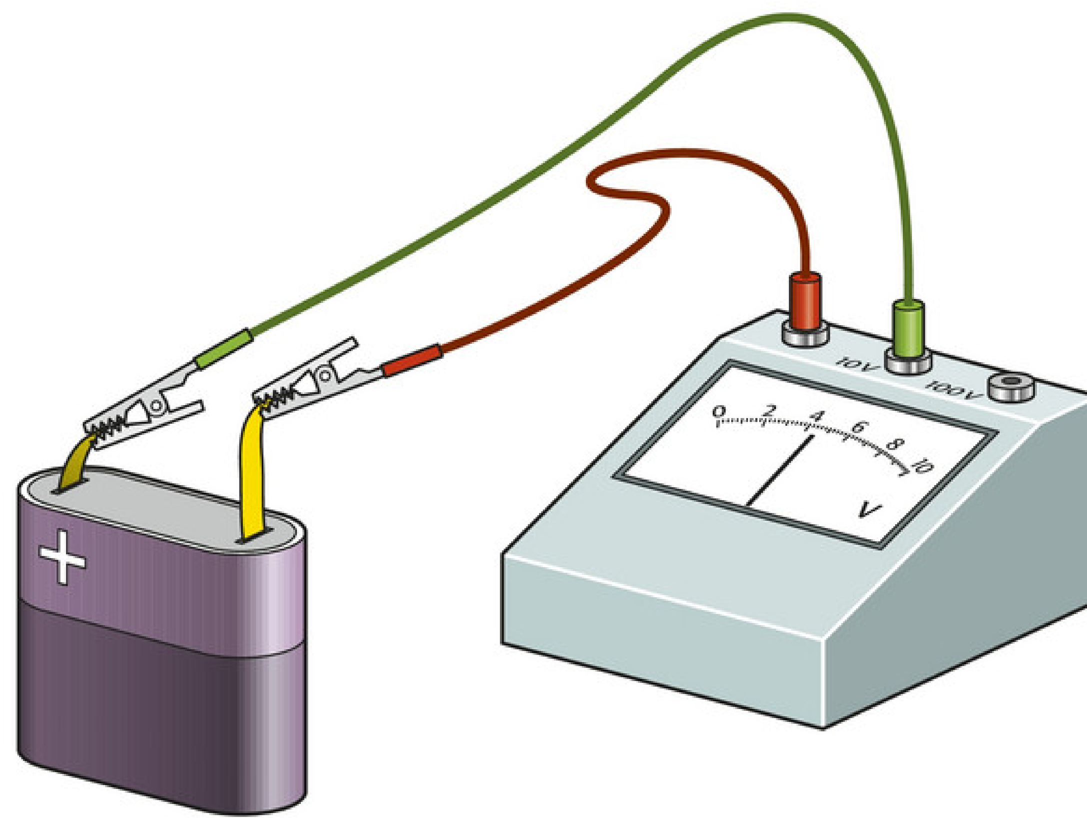
______

22 Hoeveel stroomkringen heeft deze parallelschakeling?

______

De spanningsmeter

Om elektrische spanning te meten gebruik je een **spanningsmeter**. In afbeelding 20 is een spanningsmeter aangesloten op een batterij. De spanningsmeter meet nu de spanning op de batterij. Spanning geef je aan in **volt** (**V**). Een andere naam voor spanningsmeter is **voltmeter**.

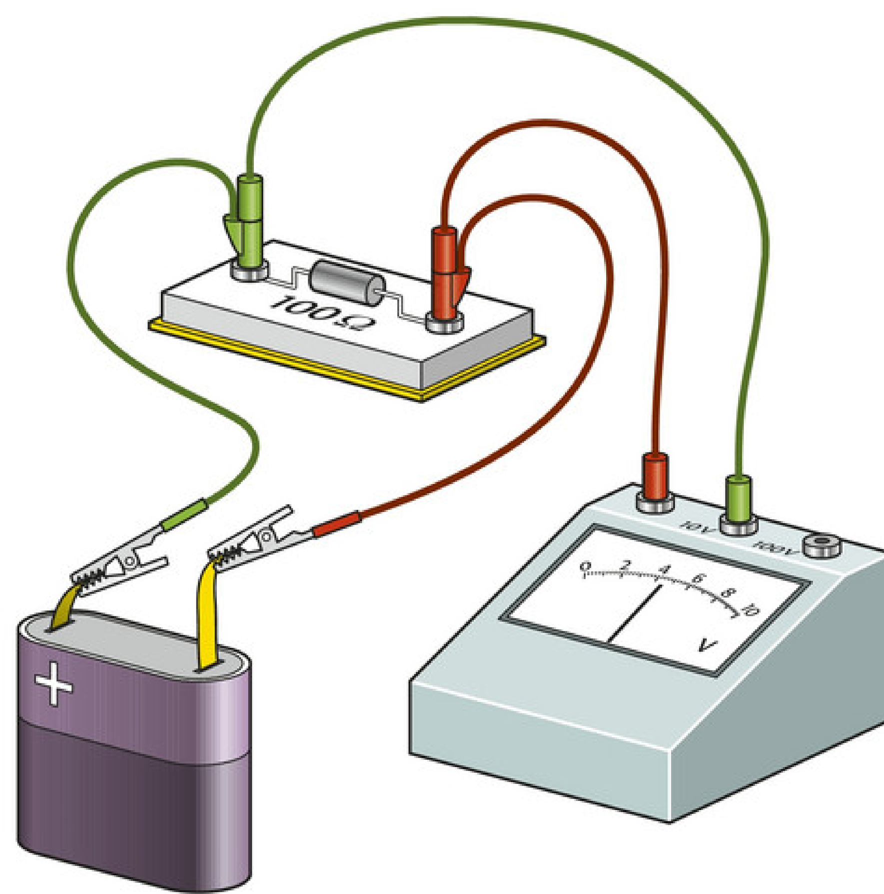


▲ **afbeelding 20**
aansluiting om de spanning van een batterij te meten

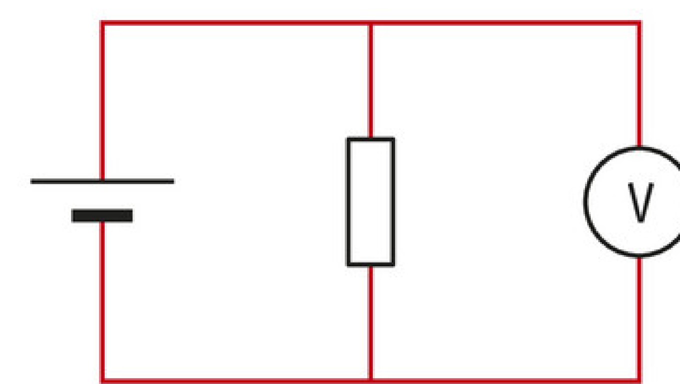


▲ **afbeelding 21**
schema van de schakeling met een spanningsmeter

Je kunt ook de spanning op een apparaat meten. De spanningsmeter moet je dan aansluiten op de aansluitpunten van het apparaat. Een spanningsmeter moet je altijd parallel aansluiten. In afbeelding 22 wordt de spanning op een weerstand gemeten. De spanningsbron is een batterij. Je meet de spanning die de batterij op de weerstand zet.



▲ **afbeelding 22**
aansluiting om de spanning op een weerstand te meten



▲ **afbeelding 23**
schema van de schakeling met de spanningsmeter parallel

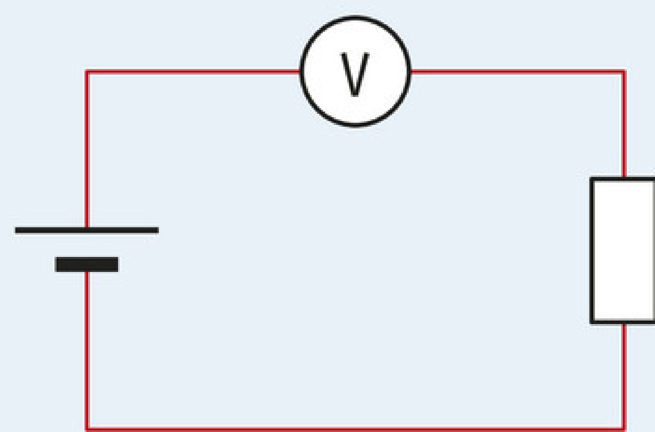
Opgaven

23 Wat meet je met een spanningsmeter?

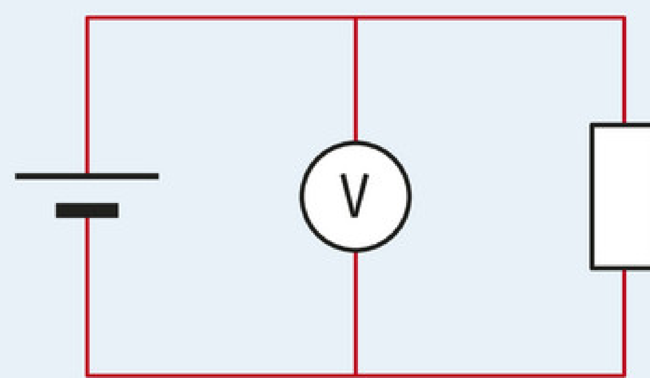
Een spanningsmeter meet ____.

24 Je moet de spanning meten die op een weerstand staat.
In welk schema of schema's uit afbeelding 24 is hiervoor de goede aansluiting getekend?

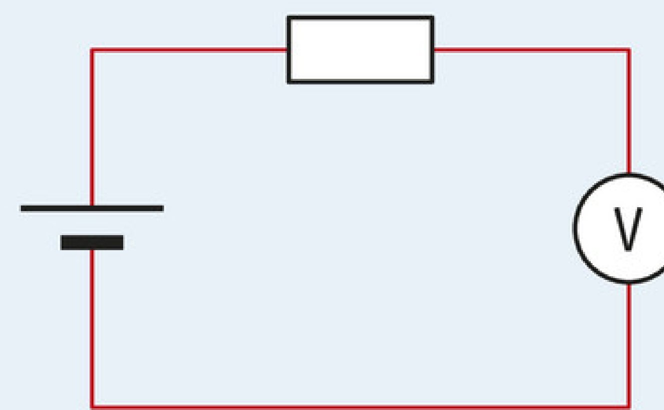
- ☐ A alleen in schema 1
- ☐ B alleen in schema 2
- ☐ C alleen in schema 3
- ☐ D alleen in schema 4
- ☐ E in schema 1 en schema 3
- ☐ F in schema 2 en schema 4



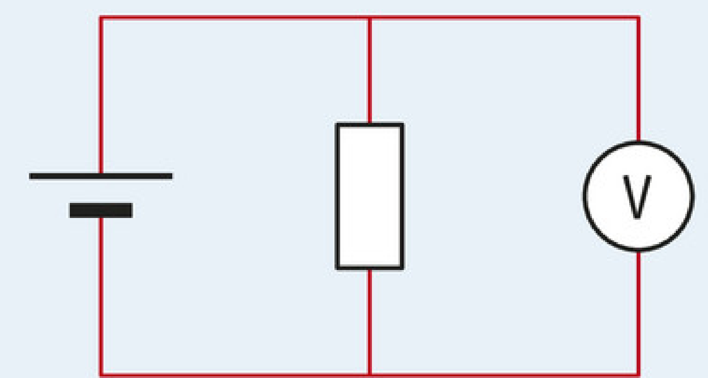
schema 1



schema 2



schema 3



schema 4

▲ **afbeelding 24**
spanning op een weerstand meten

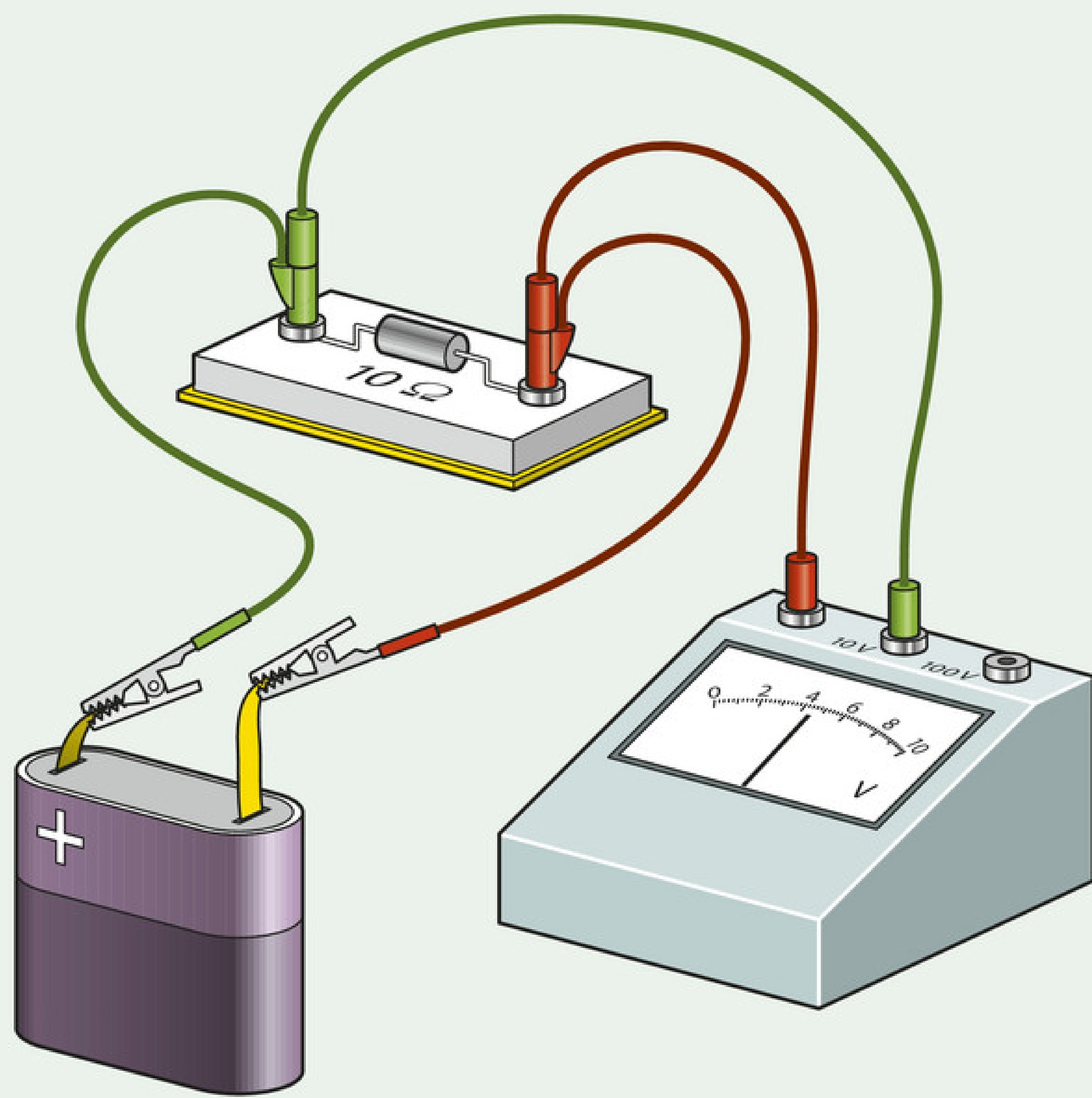
Proef 2 Spanning meten

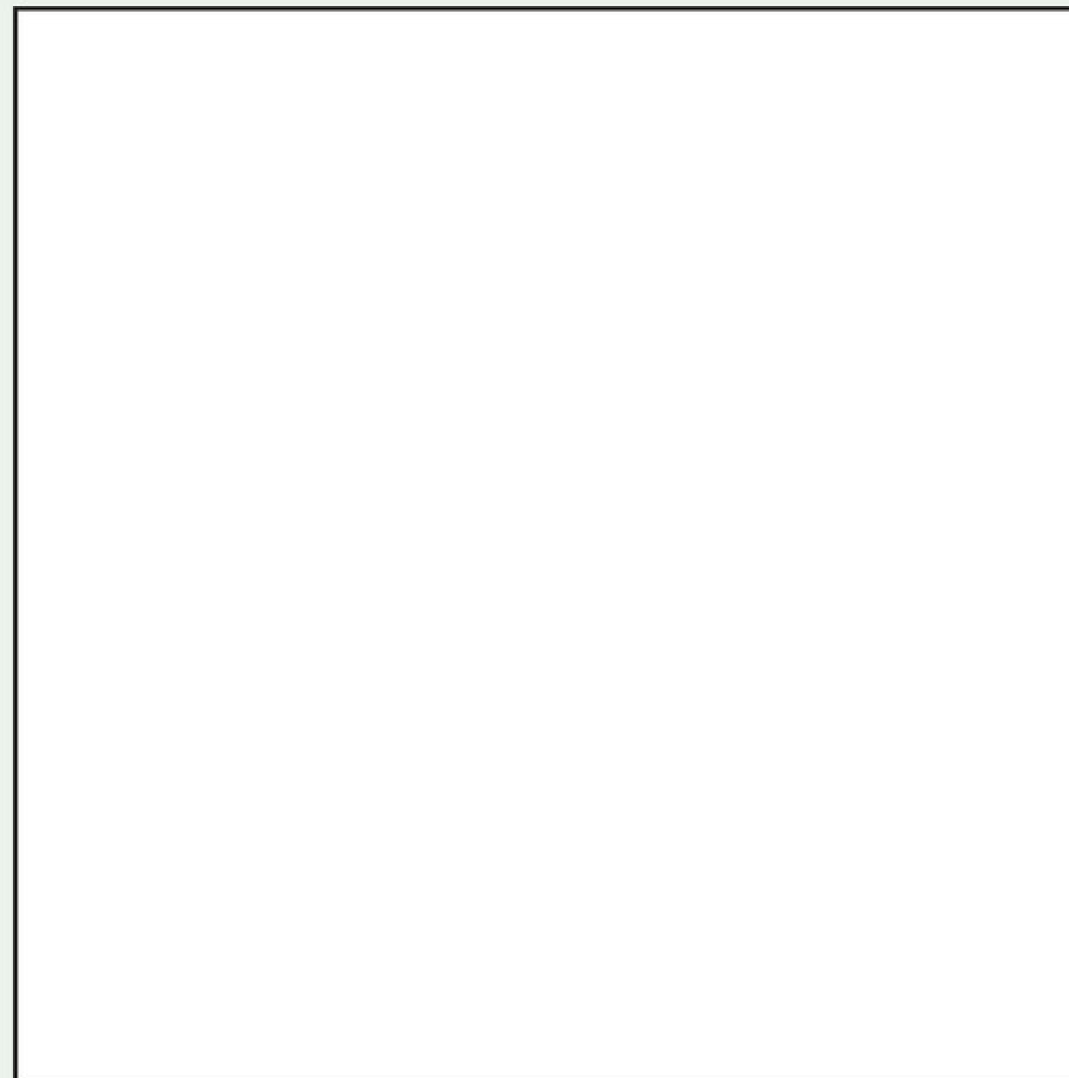
Wat je nodig hebt

- ☐ 1 spanningsmeter (voltmeter) van 0–5 V
- ☐ 1 batterij van 4,5 V
- ☐ 2 weerstanden van 10 Ω / 2 W
- ☐ 2 krokodillenbekjes
- ☐ 6 snoertjes

Uitvoering

1 In afbeelding 25 zie je de aansluiting om spanning op een weerstand te meten. Teken het schema in het vierkant ernaast.





▲ **afbeelding 25**
spanning meten op een weerstand

- Sluit de spanningsmeter en de weerstand parallel aan op de batterij zoals in afbeelding 25.
- Let erop dat je de + van de batterij aansluit op de + van de spanningsmeter.
- Lees de spanning op de spanningsmeter af.

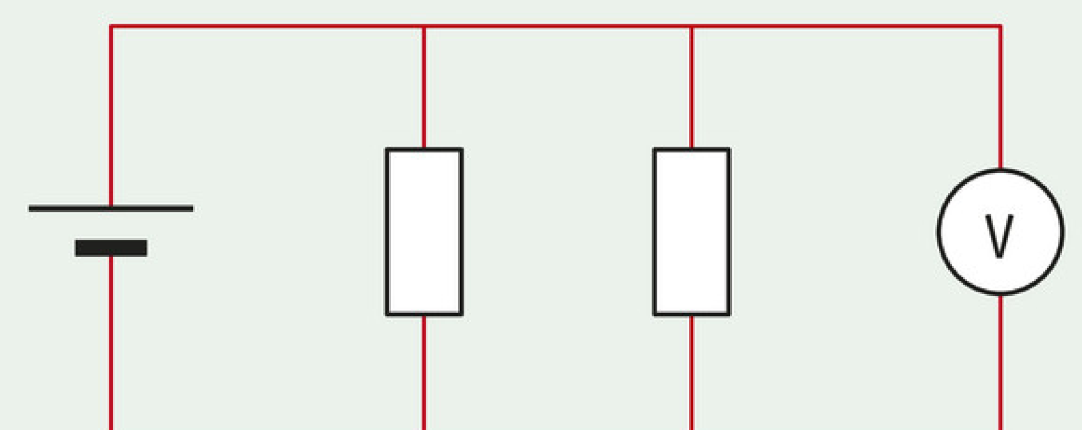
2 Hoe groot is de spanning op de weerstand?

De spanning op de weerstand is _______ V.

- Sluit de tweede weerstand parallel aan op de eerste weerstand (afbeelding 26).

3 De spanning die de meter aangeeft, is ongeveer _______ V.

4 Vergelijk de antwoorden van de vragen 2 en 3.
Bij een parallelschakeling is de spanning op één weerstand:
- ☐ A 2 keer zo groot als de spanning op twee weerstanden.
- ☐ B even groot als de spanning op twee weerstanden.
- ☐ C 2 keer zo klein als de spanning op twee weerstanden.

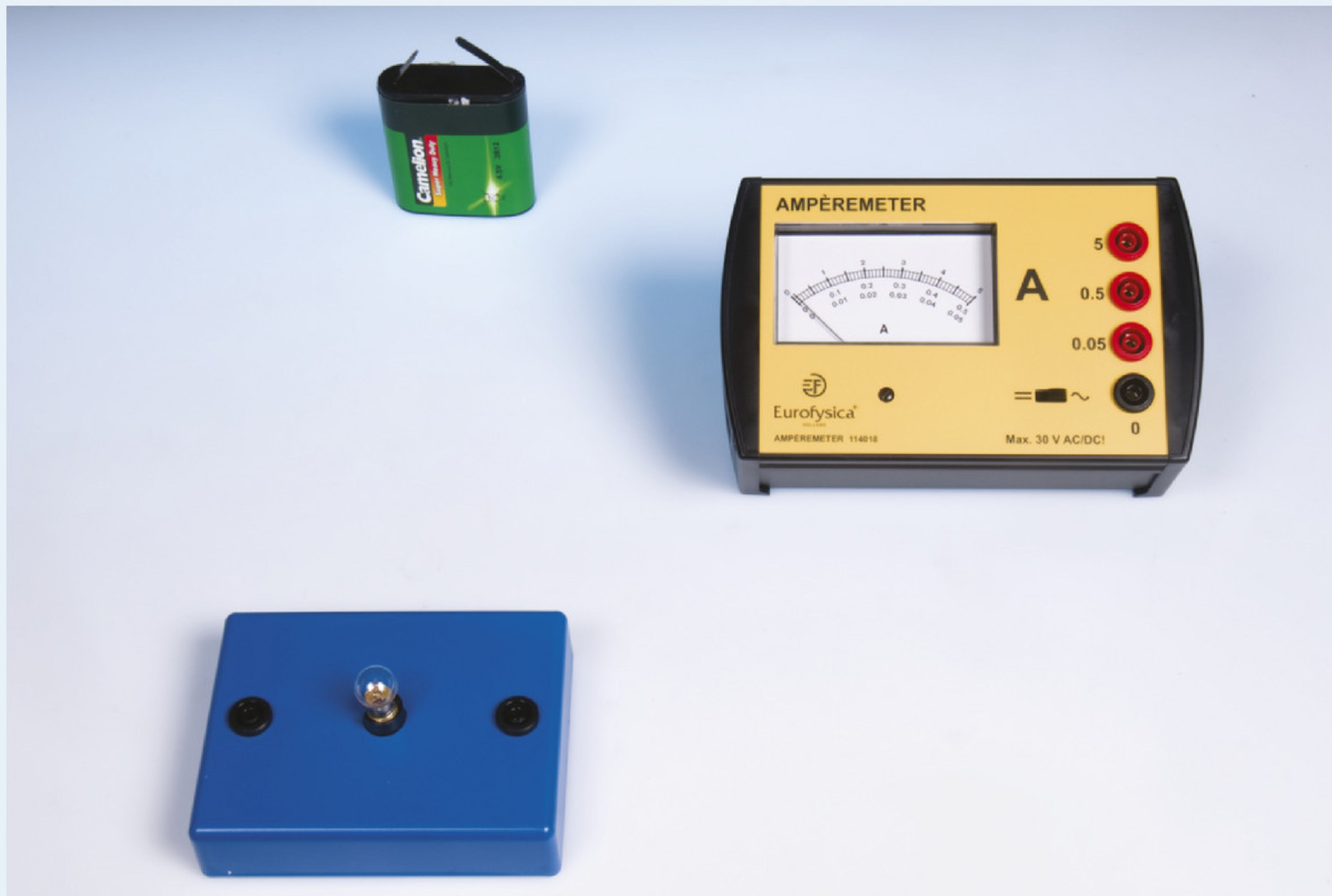


▲ **afbeelding 26**
spanning meten op twee parallel geschakelde weerstanden

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

25 Op een platte batterij sluit je een lamp aan. Je meet de stroom door de batterij met een stroommeter.
Teken deze aansluiting in afbeelding 27:
- met een rood potlood van de plus van de batterij naar de bus van 5 A van de stroommeter.
- met een blauw potlood de andere twee aansluitingen van de snoertjes.



▲ **afbeelding 27**
stroom meten door een lampje

26 Op een platte batterij sluit je een lamp aan. Je meet de spanning op de lamp met een spanningsmeter. Gebruik de bus van 15 V om de spanning te meten.
Teken de aansluiting van de snoertjes in afbeelding 28.

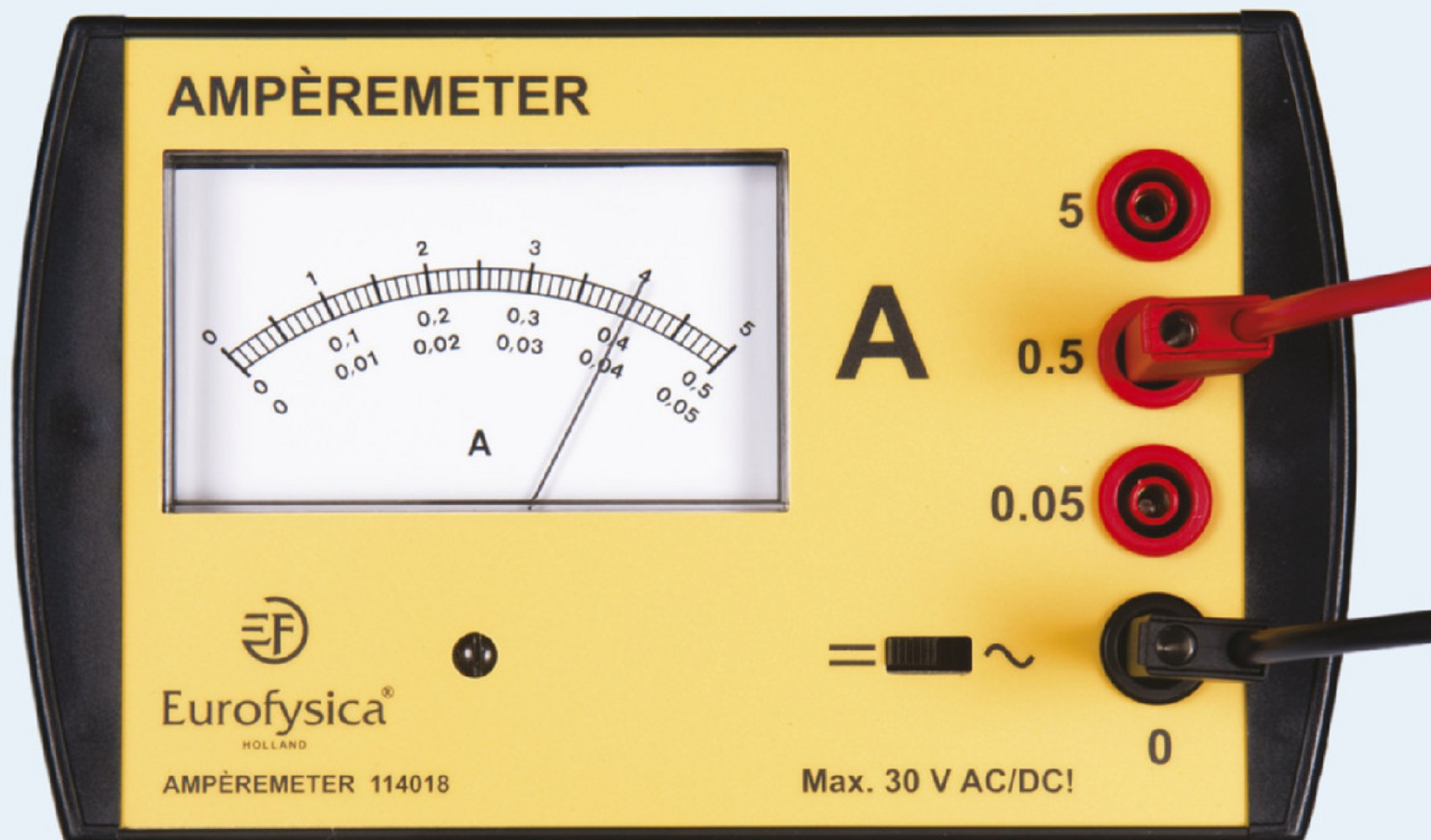


▲ **afbeelding 28**
spanning meten op een lampje

27 De stroommeter in afbeelding 29 geeft de stroomsterkte door een weerstand aan. Op welke schaal moet je de meter aflezen?

☐ A op de schaal van 0,05 A
☐ B op de schaal van 0,5 A
☐ C op de schaal van 5 A

28 Hoe groot is de stroom door de weerstand? __________

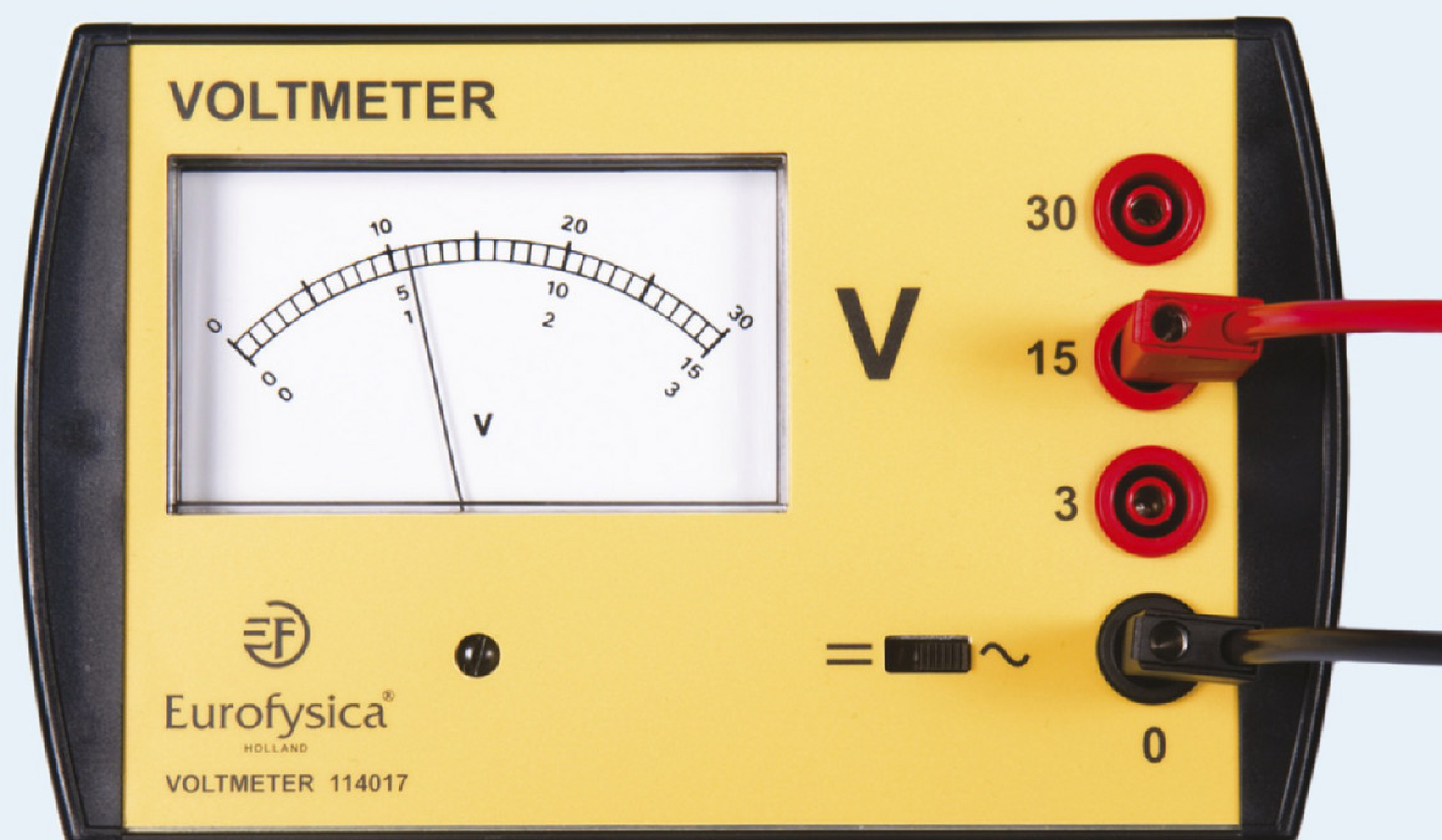


▲ **afbeelding 29**
stroom meten door een weerstand

29 In afbeelding 30 wordt de spanning op een lamp gemeten. Op welke schaal moet je de meter af lezen?

☐ A op de schaal van 3 V
☐ B op de schaal van 15 V
☐ C op de schaal van 30 V

30 Hoe groot is de spanning op de lamp? __________



▲ **afbeelding 30**
spanning meten op een lamp

31 In afbeelding 31a brandt de lamp op de spanning van twee batterijen. Wordt de schakelaar omgeschakeld, dan krijgt de lamp spanning van vier batterijen (afbeelding 31b).
Elke batterij heeft een spanning van 1,5 V. Staat de schakelaar in stand b, dan brandt de lamp veel feller dan in stand a.

a Hoe groot is de spanning op de lamp in stand a?

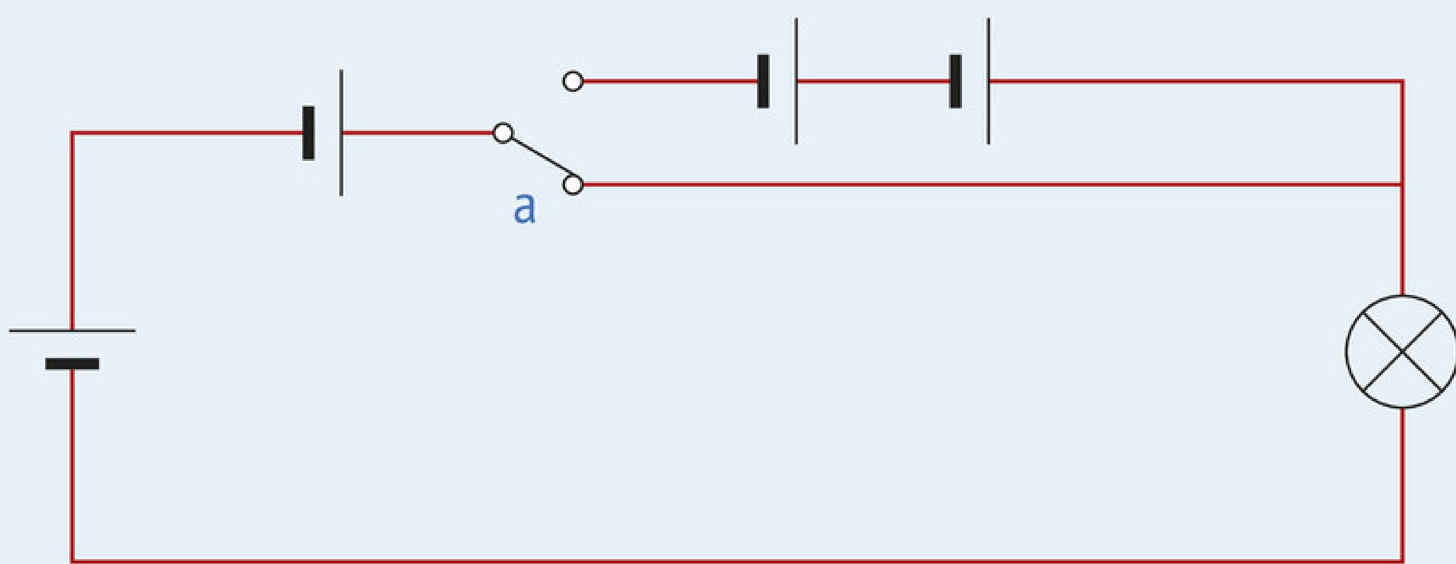
______

b Hoe groot is de spanning op de lamp in stand b?

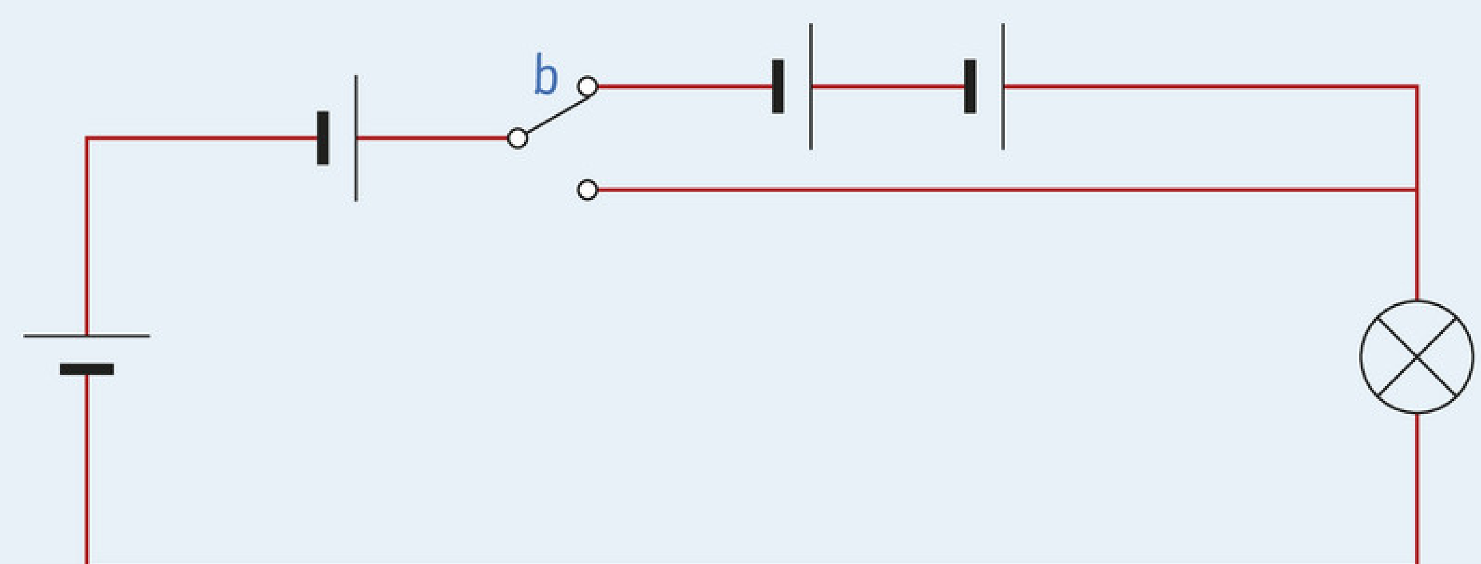
______

c Wat is de naam van de schakelaar? Gebruik de tabel *Elektrotechnische symbolen* in je Binas.

____



(a) Twee batterijen zorgen voor spanning op de lamp.



(b) Vier batterijen zorgen voor spanning op de lamp.

▲ afbeelding 31

Onthouden!

In een parallelschakeling heeft ieder apparaat een eigen stroomkring.
Een parallelschakeling heeft dus meerdere stroomkringen.
Lampen en apparaten worden meestal parallel geschakeld.
De spanning op een apparaat meet je met een spanningsmeter (voltmeter).
De spanning wordt aangegeven in volt (V).
Een spanningsmeter wordt altijd parallel geschakeld.

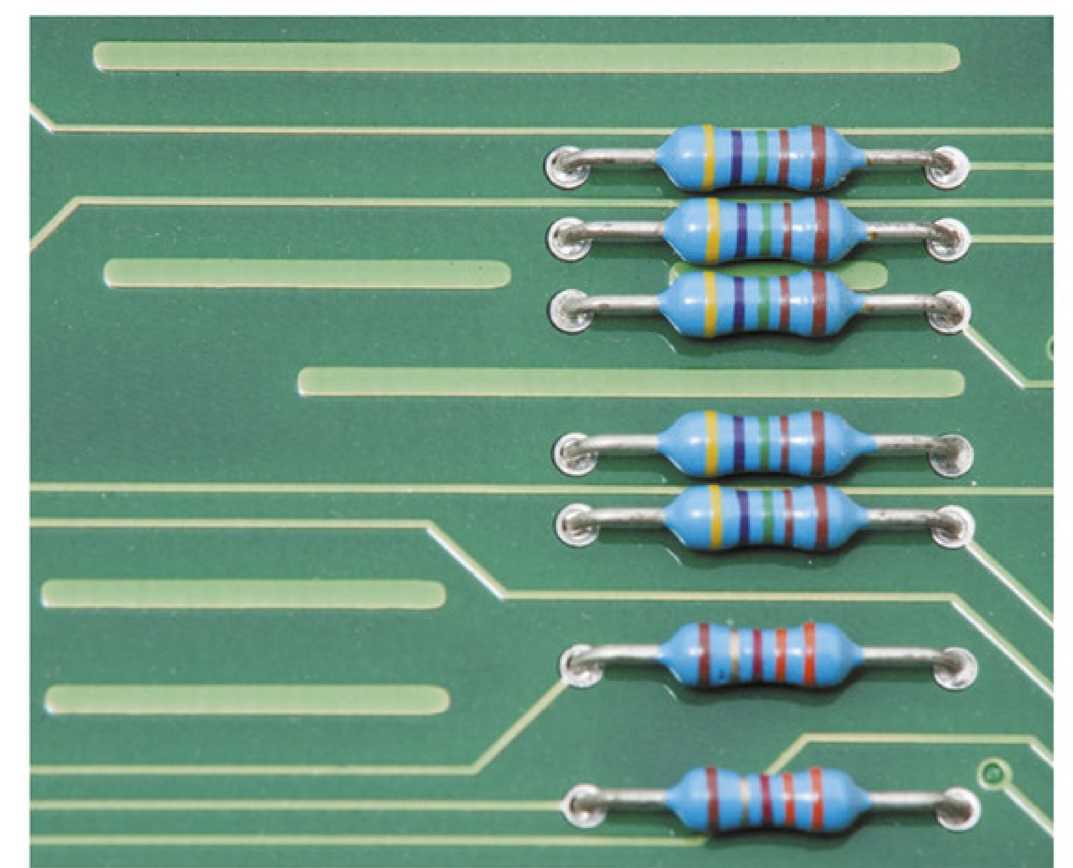
3 Weerstanden

Weerstand werkt een elektrische stroom tegen. Er zijn verschillende soorten weerstanden. Niet alle weerstanden werken op dezelfde manier.

Weerstand meten

In de elektronica worden kleine apparaatjes gebruikt die spanning regelen of stroom verkleinen. Die apparaatjes zijn alleen belangrijk om de weerstand die ze hebben. Zo'n apparaatje wordt daarom een **weerstand** genoemd.
In afbeelding 32a zie je verschillende weerstanden. Weerstanden worden gebruikt in elektronische apparaten. Ze kunnen spanningen verdelen. Meestal worden ze gebruikt om de stroom kleiner te maken. In afbeelding 32b zie je weerstanden geschakeld op een printplaat.





▶ **afbeelding 32** ⓐ verschillende weerstanden ⓑ weerstanden op een printplaat

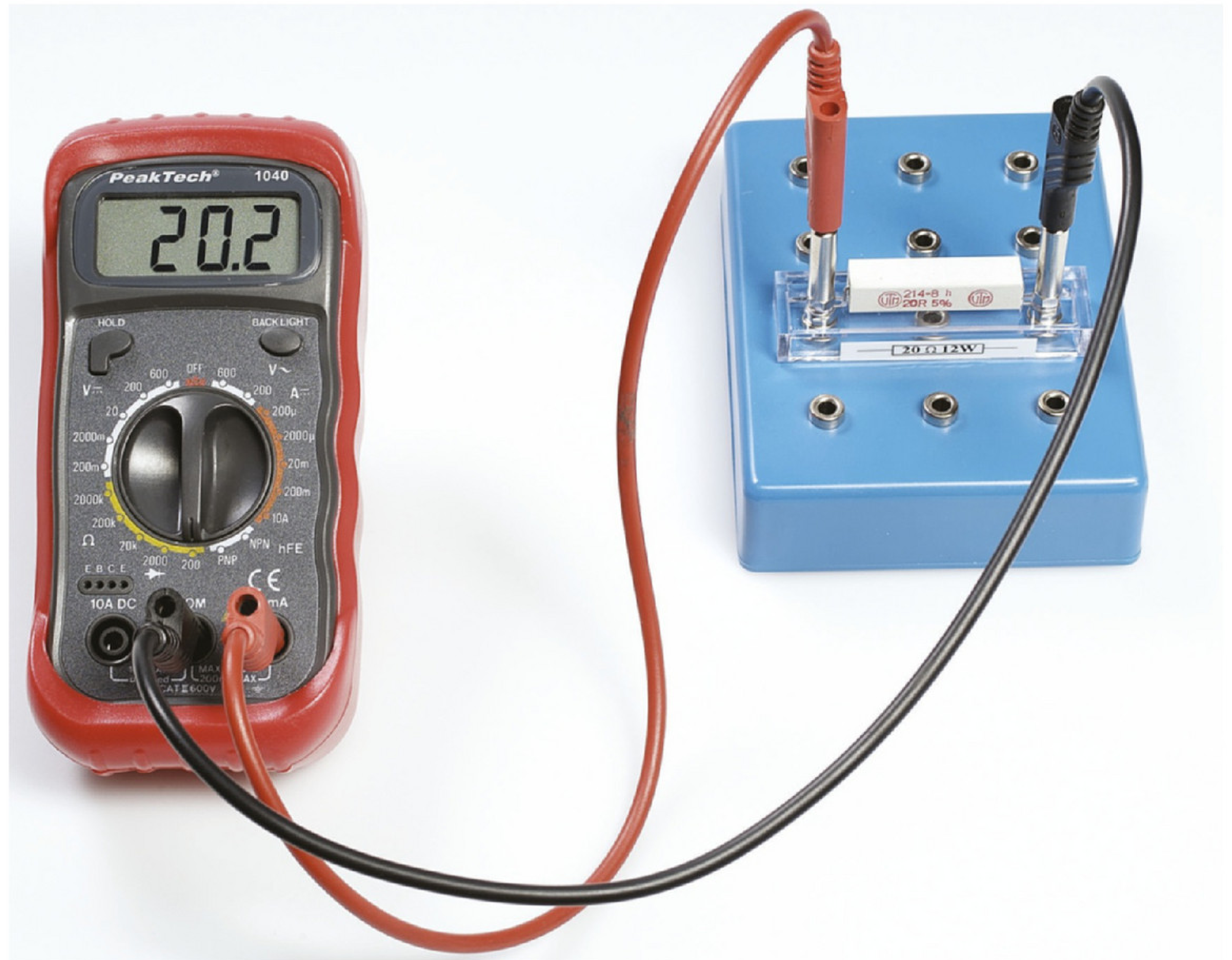
Een apparaat kan veel of weinig weerstand hebben. Hoe groot de weerstand is, wordt aangegeven in **ohm**. Het symbool van ohm is **Ω**. Weerstand kun je meten met een ohm-meter. Het symbool van een ohm-meter zie je in afbeelding 33.



▲ **afbeelding 33** het symbool van een ohm-meter

Meestal gebruik je een **multimeter** om weerstand te meten. Met een multimeter kun je stroom, spanning en weerstand meten. Je zet daarvoor de keuzeknop op A, op V of op Ω. In afbeelding 34 is een multimeter aangesloten op een weerstand. De keuzeknop staat op Ω. De multimeter meet nu hoe groot de weerstand is. Op het display van de meter lees je de waarde van de weerstand af. Deze weerstand is 20,2 Ω (ohm).

Voor een weerstand van meer dan 1000 Ω gebruik je de eenheid kΩ (kilo-ohm). Kilo betekent 1000. Een kilo-ohm is 1000 ohm.
1 kΩ = 1000 Ω
Een weerstand van 1,5 kΩ is dus 1500 Ω.



▶ **afbeelding 34**
weerstand meten met een multimeter

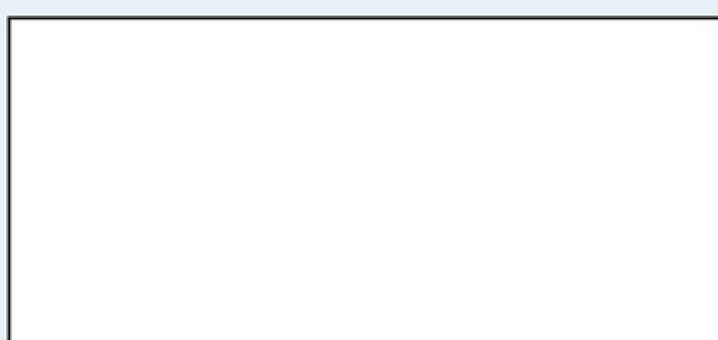
Opgaven

32 Vul in.

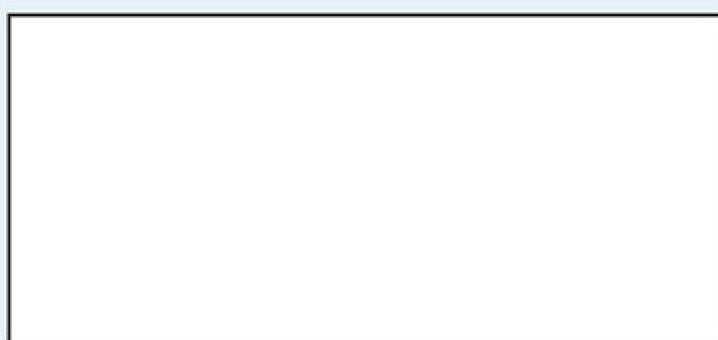
2 kΩ = ______________ Ω

3000 Ω = ______________ kΩ

33 Teken in het vak het symbool van een weerstand.



34 Teken in het vak het symbool van een ohm-meter.



35 Vul in.

6 kΩ = ______________ Ω

12 kΩ = ______________ Ω

2,5 kΩ = ______________ Ω

8000 Ω = ______________ kΩ

4500 Ω = ______________ kΩ

700 Ω = ______________ kΩ

36 Vul de juiste eenheid in.

10 000 Ω = 10 ______

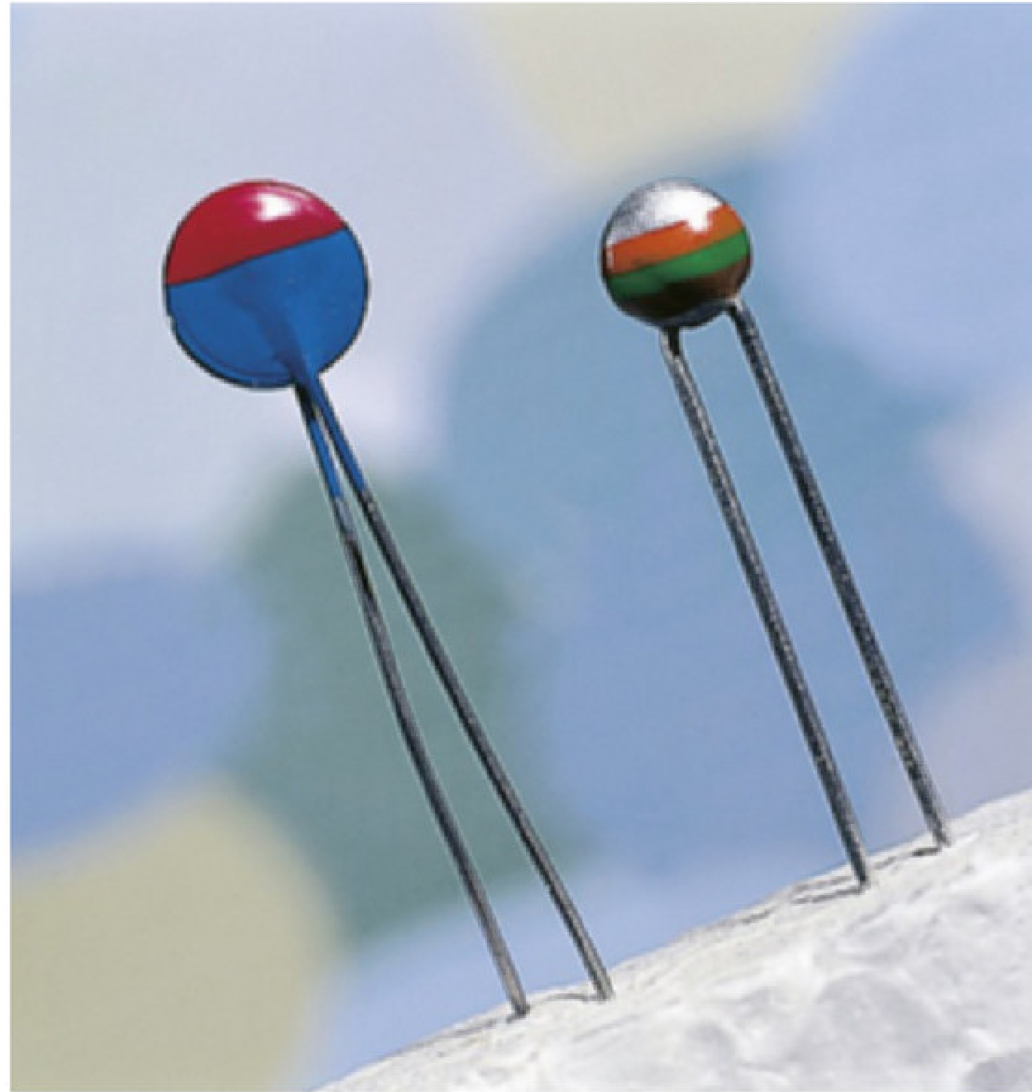
15 kΩ = 15 000 ______

3750 Ω = 3,75 ______

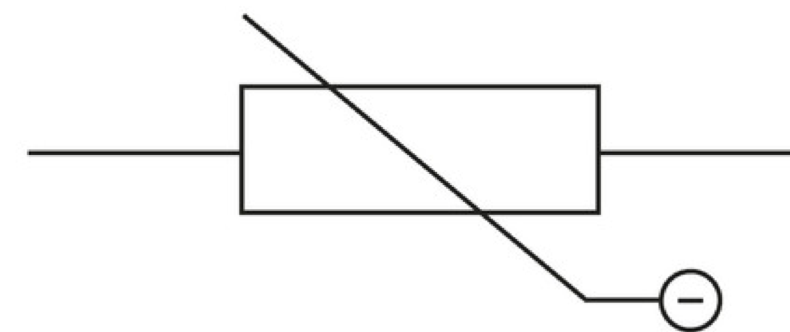
1,7 kΩ = 1700 ______

De NTC

In afbeelding 35 zie je twee keer een **NTC** en ernaast het symbool van een NTC. Een NTC is een bijzondere weerstand. Een NTC is gevoelig voor een verandering in temperatuur. Als de temperatuur hoger wordt, krijgt de NTC een kleinere weerstand. Een NTC is een **temperatuursensor**.



(a) twee NTC's



(b) het symbool van een NTC

▲ **afbeelding 35**

Een NTC wordt vaak gebruikt om de temperatuur te regelen. De centrale verwarming is aangesloten op een **thermostaat** (afbeelding 36). In een elektronische thermostaat zit een NTC. Als de temperatuur in de kamer lager wordt, wordt de NTC kouder. De weerstand van de NTC wordt daardoor groter. Een schakeling in de thermostaat zorgt er nu voor dat de verwarming gaat werken.

De temperatuur in de kamer wordt langzaam hoger. De NTC wordt daardoor warmer en de weerstand wordt kleiner. Bij een kleine weerstand wordt de verwarming uitgeschakeld. Op deze manier wordt de temperatuur in huis geregeld.

▶ **afbeelding 36**
een elektronische thermostaat



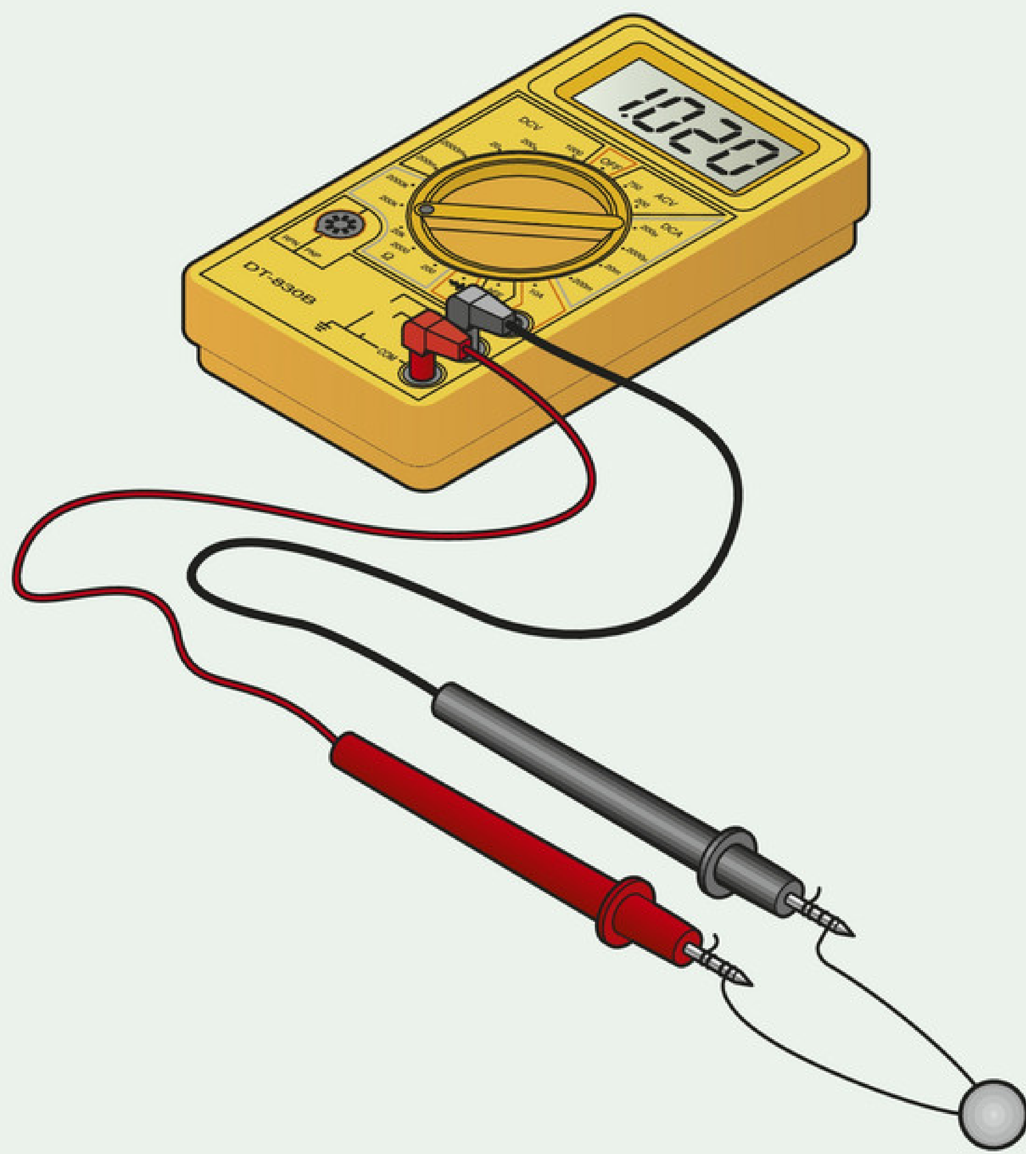
Proef 3 De weerstand van een NTC meten

Wat je nodig hebt

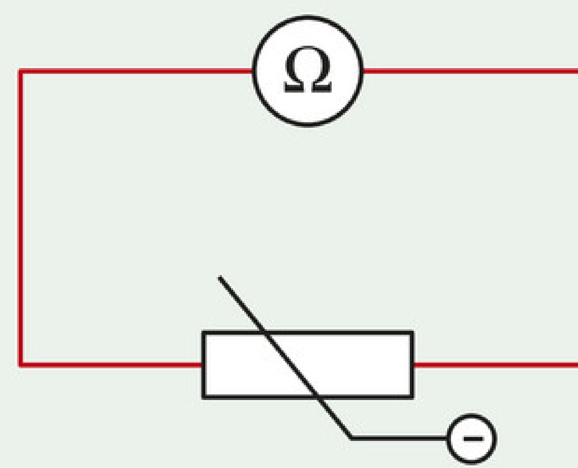
- ☐ 1 NTC
- ☐ 2 snoertjes
- ☐ 1 digitale multimeter, geschikt als weerstandsmeter

Uitvoering

- Zet de keuzeknop van de meter in de stand om weerstand te meten.
- Sluit de NTC aan op de meter zoals in afbeelding 37.
  Het schema van de aansluiting zie je in afbeelding 38.



▲ **afbeelding 37**
aansluiting van een NTC op een ohm-meter



▲ **afbeelding 38**
schema van de NTC aangesloten op een ohm-meter

- Wacht tot het getal op het scherm van de meter niet meer verandert.
  De temperatuur in het lokaal noem je kamertemperatuur.

1 Hoe groot is de weerstand van de NTC bij kamertemperatuur?

_____________ Ω

- Wrijf je handen ongeveer tien tellen goed over elkaar.

2 Door het wrijven worden je handen KOUDER / WARMER.

- Pak de NTC tussen duim en wijsvinger.
- Kijk naar het display op de meter.

3 De weerstand van de NTC wordt KLEINER / GROTER.

4 De kleinste weerstand die de NTC krijgt, is ongeveer _____________ Ω.

- Laat de NTC los.
- Kijk op het display op de meter.

5 De weerstand van de NTC wordt KLEINER / GROTER.

6 Dat komt doordat de NTC KOUDER / WARMER wordt.

- Houd de NTC voor je mond.
- Adem langzaam veel lucht uit op de NTC.
- Kijk welke waarde de meter aangeeft.

7 De weerstand van de NTC wordt KLEINER / GROTER.

8 De lucht die je uitademt, is WEL / NIET warmer dan kamertemperatuur.

- Schakel de meter uit.
- Maak de draden los.
- Ruim alles netjes op.

Opgaven

37 Wordt een NTC warmer, dan wordt zijn weerstand KLEINER / GROTER.

38 Om de temperatuur in een sauna te regelen wordt een NTC gebruikt.
De weerstand van de NTC wordt groter. Dat betekent dat de temperatuur in de sauna LAGER / HOGER wordt.

39 In een diepvries wordt een NTC gebruikt als temperatuurregelaar. De gebruikte NTC heeft bij −10 °C een waarde van 2 kΩ.
Wat weet je van de waarde van de NTC bij −20 °C?

De weerstand van de NTC is dan ______________________________ kΩ.

40 Sophie en Daan meten bij verschillende temperaturen de stroom door een NTC.
Ze maken de aansluiting volgens het schema van afbeelding 39.

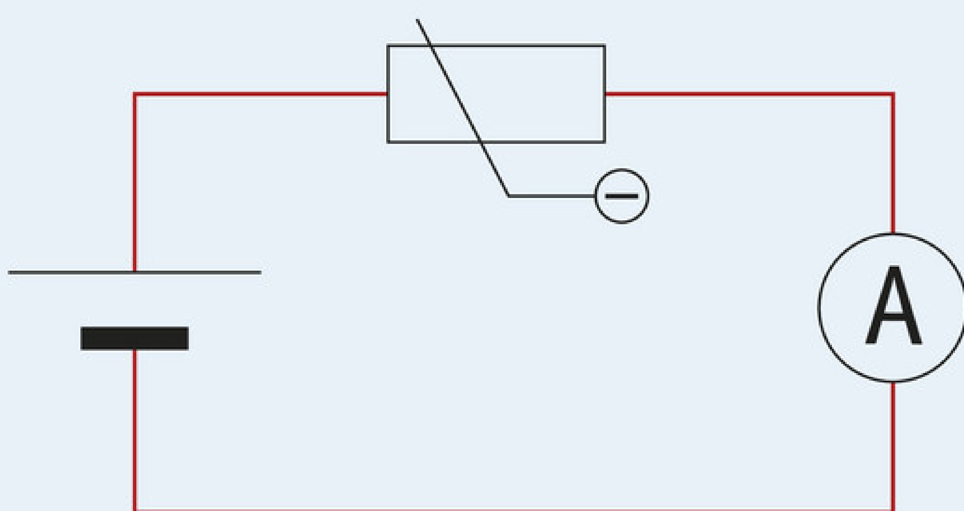
a Hoe staan de NTC en de stroommeter geschakeld? IN SERIE / PARALLEL

b Hoeveel snoeren zijn bij het aansluiten gebruikt?

____

c Wat voor spanningsbron wordt er gebruikt?

____



▲ **afbeelding 39**
Een stroommeter meet de stroom door een NTC.

41 De resultaten van de meting hebben Sophie en Daan getekend in een stroom,temperatuur-diagram (afbeelding 40). In dit diagram kun je aflezen welke stroom bij welke temperatuur hoort.

a Hoe groot is de stroom door de NTC bij 0 °C?

_______ mA

b Hoe groot is de stroom door de NTC bij 50 °C?

_______ mA

c Hoe groot is de stroom door de NTC bij 90 °C?

_______ mA

d Hoe hoog is de temperatuur als de stroom door de NTC 10 mA is?

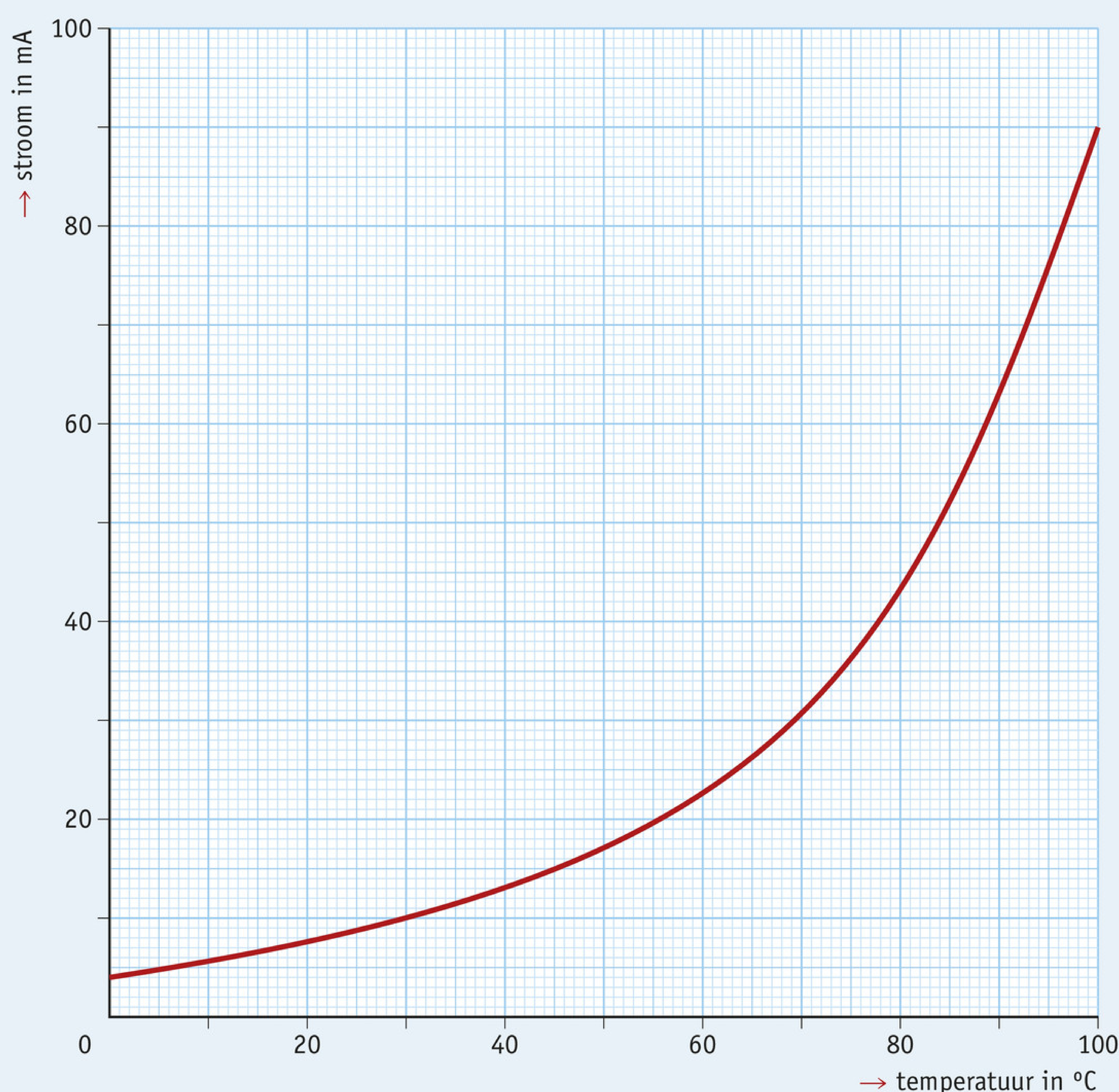
_______ °C

e Hoe hoog is de temperatuur als de stroom door de NTC 30 mA is?

_______ °C

f Hoe hoog is de temperatuur als de stroom door de NTC 50 mA is?

_______ °C



▲ **afbeelding 40**
stroom,temperatuur-diagram

42 Wat gebeurt er met de stroom door een NTC als de temperatuur hoger wordt?

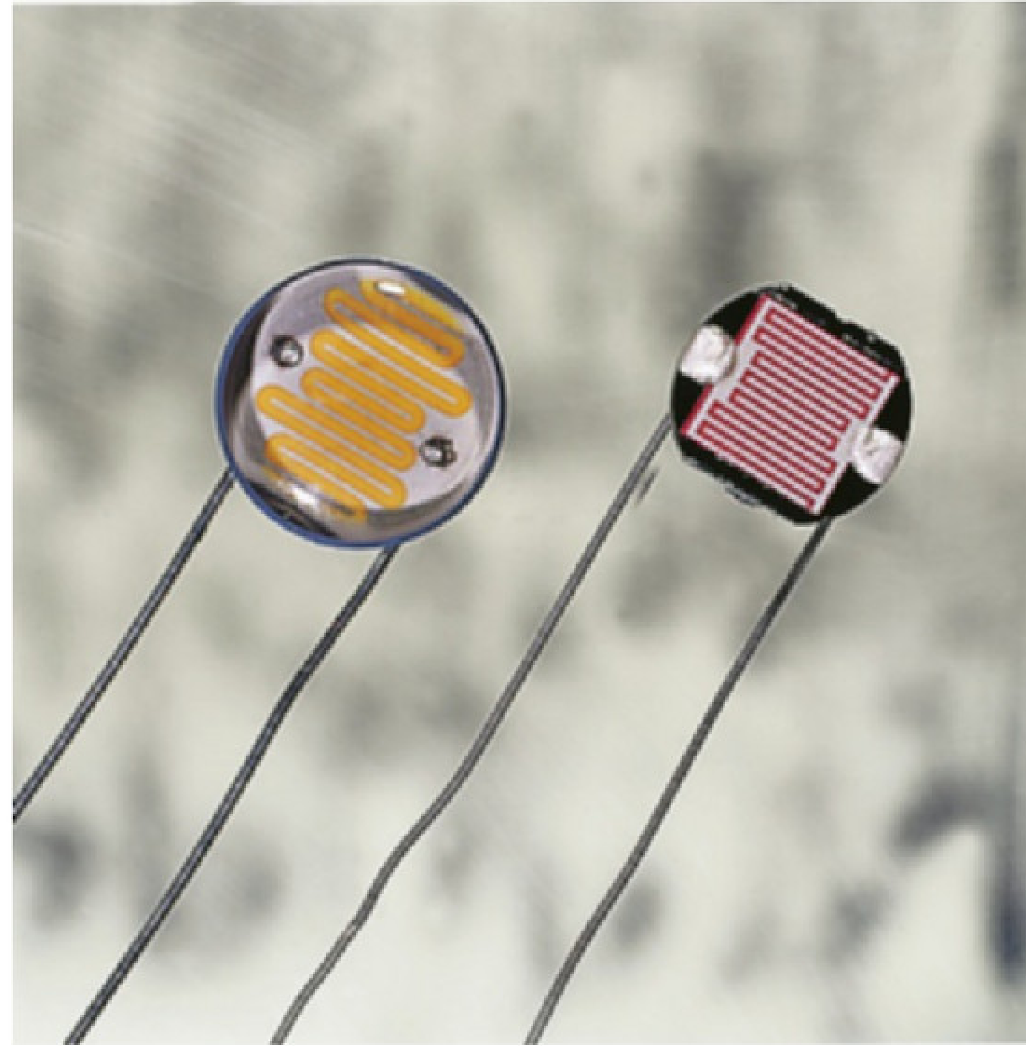
____

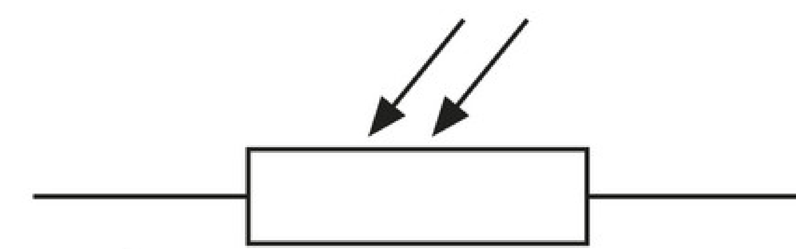
43 Wat gebeurt er met de weerstand van een NTC als de temperatuur hoger wordt?

____

De LDR

In afbeelding 41 zie je twee keer een **LDR** en ernaast het symbool van een LDR. Een LDR is een weerstand die gevoelig is voor licht. In het donker is de weerstand van een LDR groot. Valt er licht op de LDR, dan wordt zijn weerstand kleiner. Een LDR is een **lichtsensor**.





▶ **afbeelding 41** (a) twee LDR's (b) het symbool van een LDR

Een LDR wordt vaak gebruikt om verlichting te regelen, bijvoorbeeld op straat (afbeelding 42). In straatverlichting zit een schakeling met een LDR. Als het gaat schemeren, valt er minder licht op de LDR. De weerstand van de LDR wordt daardoor groter. De straatverlichting wordt nu ingeschakeld. Als er weer daglicht op de LDR valt, wordt zijn weerstand kleiner. De straatverlichting schakelt dan uit.

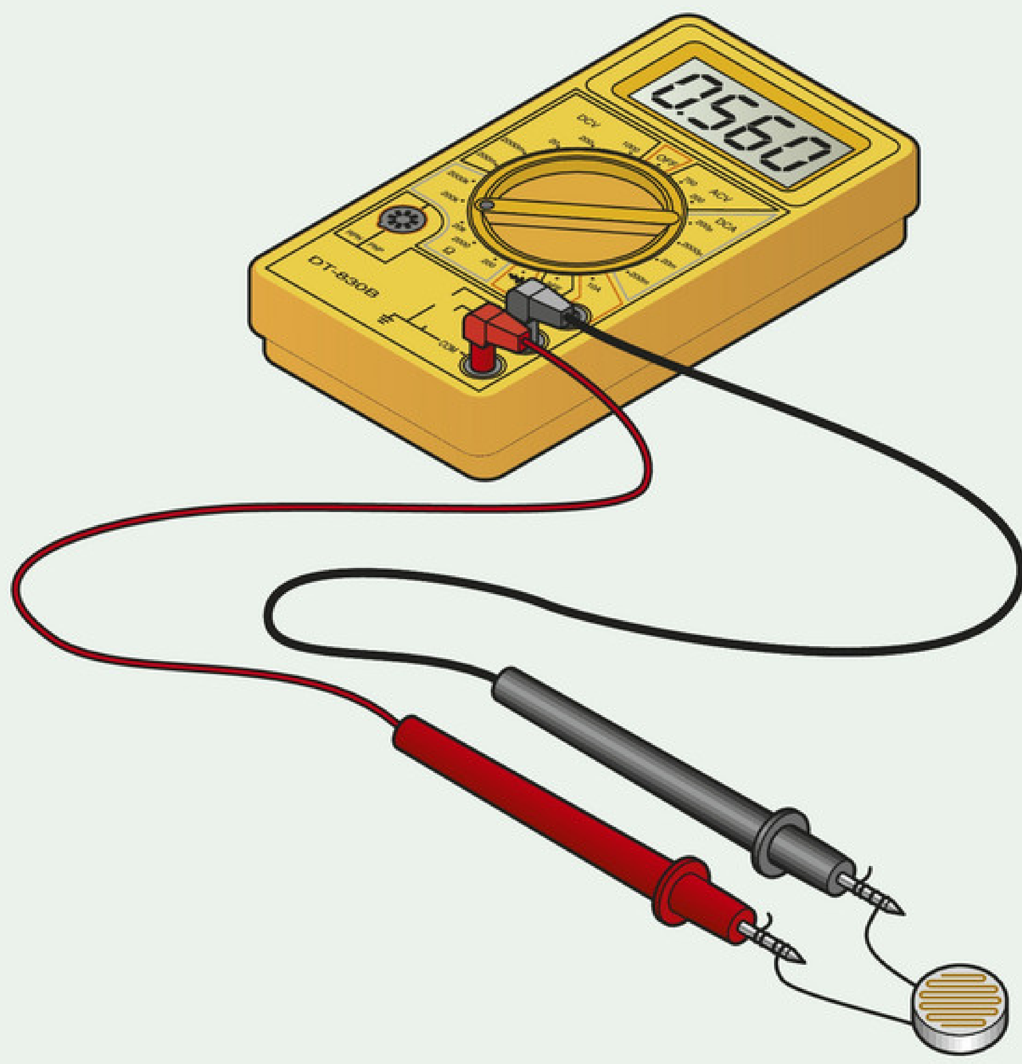


▶ **afbeelding 42** Straatverlichting schakelt automatisch in als het gaat schemeren.

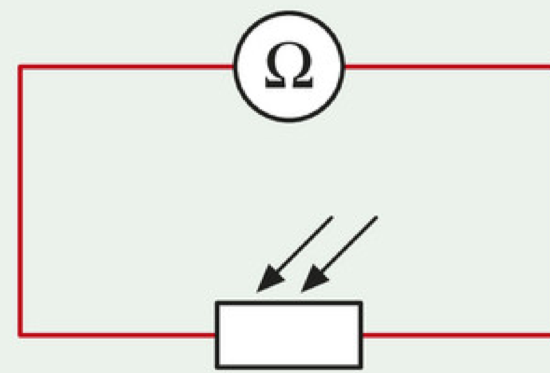
Proef 4 De weerstand van een LDR meten

Wat je nodig hebt
- ☐ 1 LDR
- ☐ 2 snoertjes
- ☐ 1 digitale multimeter, geschikt voor weerstandsmeting

Uitvoering
- Zet de keuzeknop van de meter in de stand om weerstand te meten.
- Sluit de LDR aan op de meter zoals in afbeelding 43.
  Het schema van de aansluiting zie je in afbeelding 44.



▲ **afbeelding 43**
aansluiting van een LDR
op een ohm-meter



▲ **afbeelding 44**
schema van de LDR aangesloten
op een ohm-meter

- Leg de LDR voor je neer op tafel.
- Laat de LDR op één plaats in het licht liggen.
- Wacht tot het getal op het display niet meer (of heel weinig) verandert.

1 Hoe groot is de weerstand van de LDR bij dit licht?

_____________ Ω

- Houd je hand over de LDR.

2 Hierdoor valt MINDER / MEER licht op de LDR.

- Kijk op het display van de meter.

3 De weerstand van de LDR wordt KLEINER / GROTER.

- Dek de LDR goed af, de LDR moet goed in het donker liggen.

4 Hoe groot is de weerstand van de LDR in het donker?

__________ Ω

- Zorg nu voor zoveel mogelijk licht op de LDR.
- Kijk op het scherm van de meter.

5 De weerstand van de LDR wordt KLEINER / GROTER.

6 De weerstand die de LDR nu heeft, is __________ Ω.

- Zet de meter uit.
- Haal de draden los.
- Ruim alles netjes op.

Opgaven

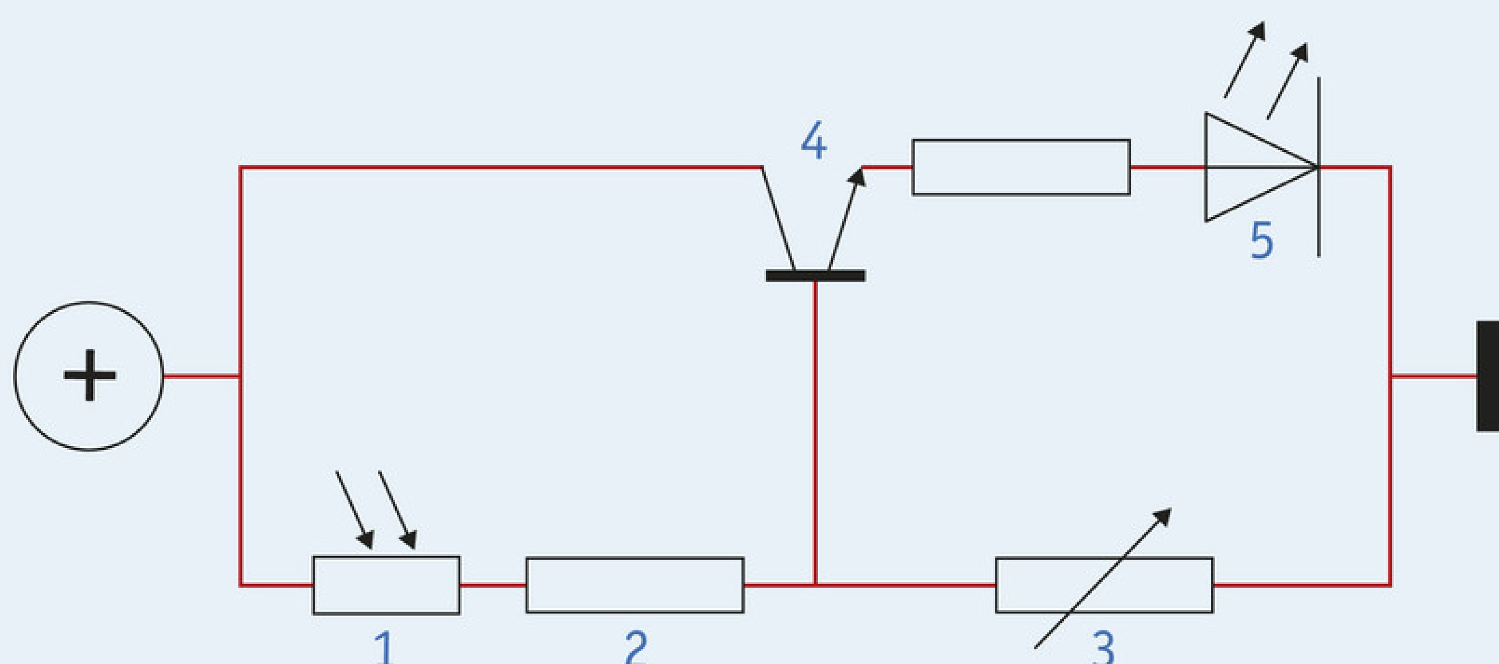
44 Een LDR waar veel licht op valt, heeft een KLEINE / GROTE weerstand.

45 In een frituurpan zit een beveiliging tegen oververhitting. Het vet in de frituurpan mag niet warmer worden dan 200 °C. Wordt het vet te warm, dan kan het gaan branden. Welk onderdeel zit als beveiliging tegen oververhitting in een frituurpan?

☐ A een LDR
☐ B een NTC
☐ C een smeltveiligheid
☐ D een weerstand

46 Welke vijf apparaten staan in de schakeling van afbeelding 45? Gebruik je Binas.

– 1 is een ______________________________.
– 2 is een ______________________________.
– 3 is een ______________________________.
– 4 is een ______________________________.
– 5 is een ______________________________.



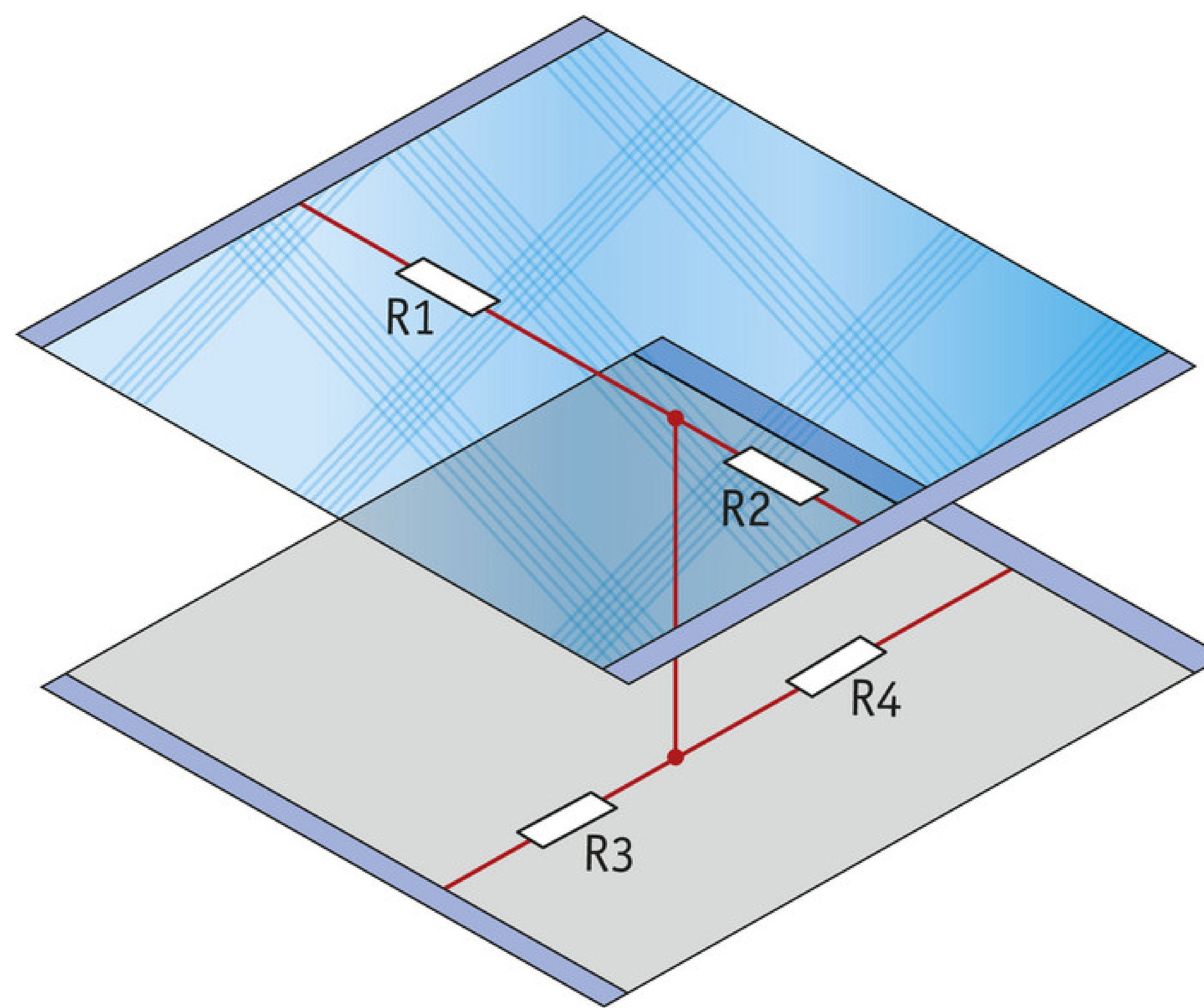
▲ **afbeelding 45**
een schakeling

Resistief touchscreen

Een tablet of telefoon heeft een **touchscreen** (aanraakscherm). Raak je een touchscreen aan, dan reageert het apparaat daarop. Er zijn verschillende soorten touchscreens. Eén soort is een **resistief touchscreen**. Dit scherm werkt met weerstanden.

Het scherm bestaat uit twee laagjes (afbeelding 46). Tussen die laagjes zit lucht. Als je op het scherm drukt, raken de twee laagjes elkaar. Daardoor gaat een stroompje lopen in de laagjes.
In de ene laag zitten twee weerstanden van links naar rechts. In de andere laag zitten twee weerstanden van boven naar onder. Met behulp van deze vier weerstanden bepaalt de computer precies waar je het scherm aanraakt.

▶ **afbeelding 46**
een resistief touchscreen



Opgaven

47 Een touchscreen is WEL / NIET een aanraakscherm.

48 Hoeveel weerstanden bepalen de plaats waar je een resistief touchscreen aanraakt?
- ☐ A 1
- ☐ B 2
- ☐ C 3
- ☐ D 4

Onthouden!

Een weerstand is een elektrisch apparaatje dat de stroom tegenwerkt.
De eenheid van weerstand is ohm (Ω).
Weerstand meet je met een ohm-meter of met een multimeter.
Een NTC is een temperatuursensor.
Wordt een NTC warmer, dan wordt zijn weerstand kleiner.
Wordt een NTC kouder, dan wordt zijn weerstand groter.
Een LDR is een lichtsensor.
Valt er licht op de LDR, dan is zijn weerstand klein.
Is het donker bij de LDR, dan is zijn weerstand groot.
In een resistief touchscreen bepalen vier weerstanden de plaats van aanraking.

4 Weerstand, spanning en stroom

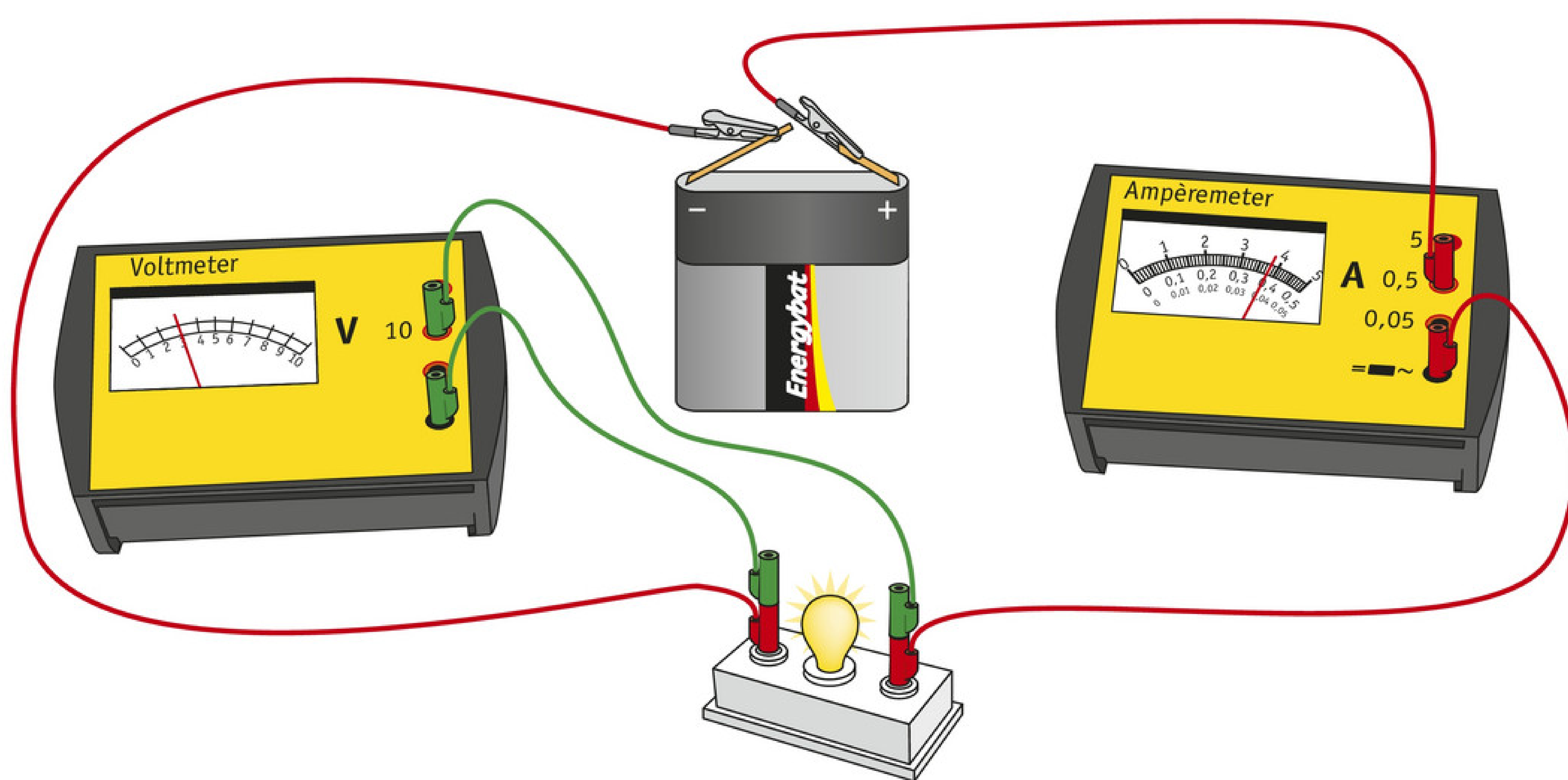
Door een apparaat waarop spanning staat, loopt een stroom. De grootte van de stroom hangt af van de weerstand van het apparaat en van de spanning.

De weerstand berekenen

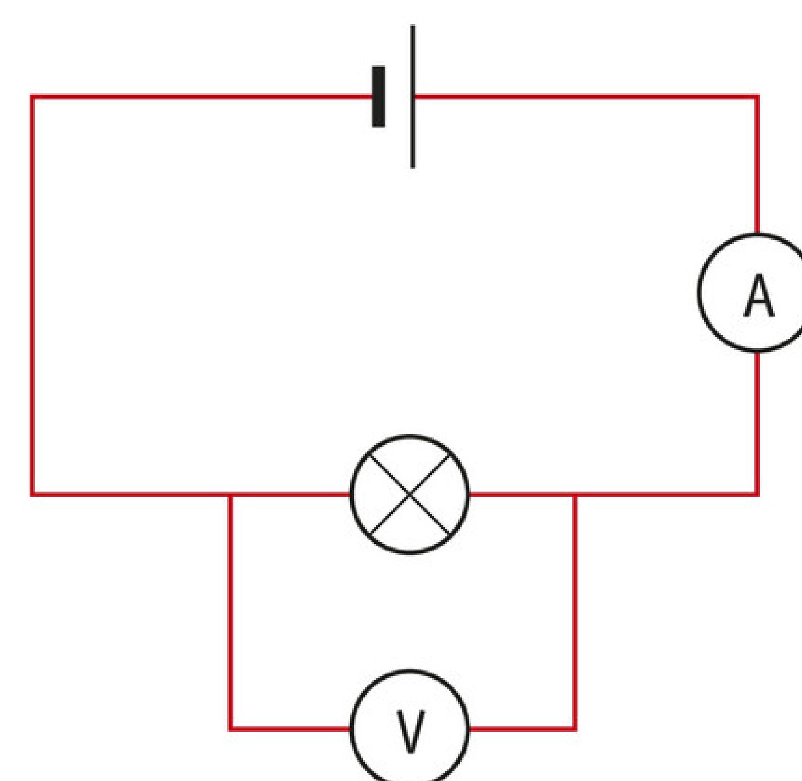
Weerstand kun je meten met een ohm-meter. Maar er is nog een andere manier om de weerstand te vinden. Weet je de spanning op het apparaat en de stroom door het apparaat, dan kun je de weerstand berekenen. Daarvoor gebruik je een formule, die de **wet van Ohm** wordt genoemd:

weerstand = spanning : stroomsterkte

Als voorbeeld wordt de weerstand van een lamp bepaald. Eerst moet je de spanning en de stroom door de lamp weten. De schakeling hiervoor zie je in afbeelding 47.
De spanning meet je met een spanningsmeter. De spanningsmeter moet parallel staan met de lamp. Dit zijn de groene snoertjes. De stroom meet je met een stroommeter. De stroommeter moet in serie staan. Dit zijn de rode snoertjes. Het schema van de schakeling zie je in afbeelding 48.



▲ **afbeelding 47**
schakeling om de spanning en de stroom te meten



▲ **afbeelding 48**
schema van de schakeling

Alles is goed aangesloten, dus de lamp brandt. De spanningsmeter geeft een spanning aan van 3,0 V. De stroommeter geeft 0,38 A aan.
Bereken de weerstand met de formule:
weerstand = spanning : stroomsterkte
weerstand = 3,0 V : 0,38 A
weerstand = 7,8947... = 7,9 Ω

Opgaven

49 Schrijf de wet van Ohm op als formule.

____

50 Een weerstand is aangesloten op een spanning van 12 V. Door de weerstand loopt een stroom van 0,03 A.
Bereken de waarde van de weerstand.
Schrijf eerst de formule op die je gebruikt, daarna de getallen en dan het antwoord.

weerstand = ____

weerstand = __________ V : __________ A

weerstand = __________ Ω

51 Een LDR is opgehangen op een plaats met veel licht. De spanning op de LDR is 3 V.
De stroom door de LDR is 6 mA.
Bereken de weerstand van de LDR.
Reken eerst de stroomsterkte om van milli-ampère naar ampère:
1 mA = 0,001 A

6 mA = __________________ A
Schrijf de formule, de getallen en de eenheden (V, A en Ω) op.

____

____

____

52 In een schakeling zit een extra weerstand zodat de stroom klein blijft. De spanning op de weerstand is 12 V. De stroomsterkte door de weerstand is 20 mA.
Bereken de grootte van de weerstand.
Reken eerst de stroom uit in A:

20 mA = __________________ A
Schrijf de formule op en vul de getallen en de eenheden in.

____

____

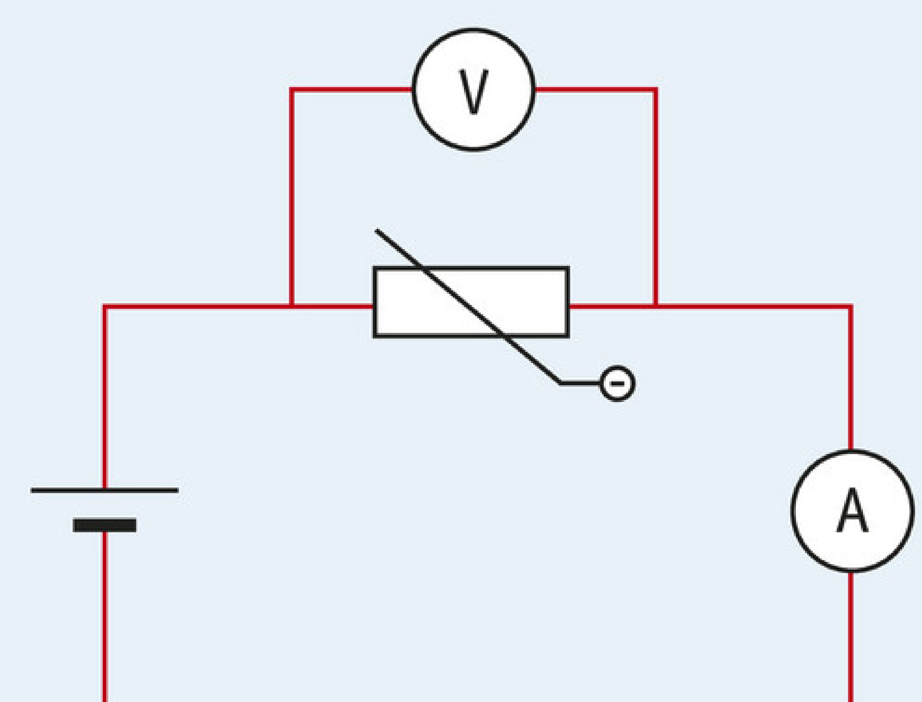
____

53 Bekijk het schema van afbeelding 49.

a Wat voor type weerstand is in het schema getekend?
- ☐ A een LDR
- ☐ B een NTC
- ☐ C een gewone weerstand

b De spanningsmeter staat IN SERIE / PARALLEL geschakeld met deze weerstand.

c De stroommeter staat IN SERIE / PARALLEL geschakeld met deze weerstand.



▲ **afbeelding 49**
stroom en spanning meten

54 De spanningsmeter in de aansluiting van afbeelding 49 geeft een spanning aan van 1,2 V. De stroommeter geeft een stroom aan van 0,008 A.
Bereken de weerstand. Vul alles in, vergeet de eenheden niet.
weerstand = spanning : stroom

weerstand = ______________________________

weerstand = ______________________________

55 Kijk weer naar afbeelding 49. De temperatuur verandert, de spanningsmeter blijft staan op 1,2 V. De stroommeter geeft een stroom aan van 0,004 A.
Bereken de weerstand bij deze temperatuur.
Schrijf eerst de formule op, vul dan de getallen in en vergeet de eenheden niet.

____

____

____

56 Is de temperatuur tijdens de metingen hoger of lager geworden? Verklaar je antwoord.

____

____

____

Stroom,spanning-diagram

In plaats van een batterij kan de spanningsbron ook een regelbare voeding zijn. Met een regelbare voeding kun je de spanning telkens iets groter maken. Als de spanning verandert, verandert ook de stroomsterkte. De stroomsterkte kun je telkens aflezen op de stroommeter.

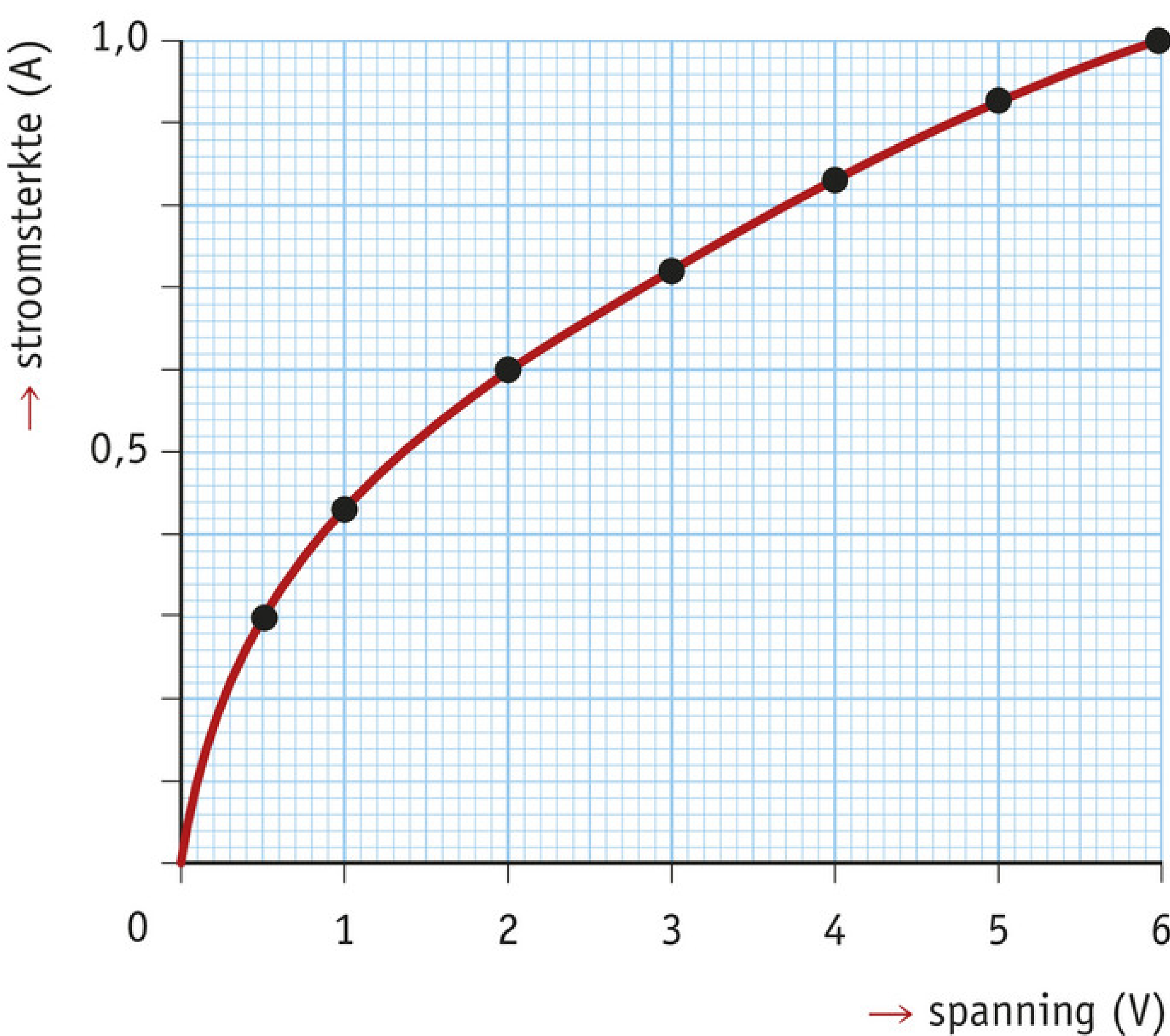
Als voorbeeld zijn op die manier de spanning en de stroom door een lampje gemeten. De meetwaarden staan in tabel 2. Van de meetwaarden is een grafiek getekend. Dit is afbeelding 50.

Bekijk afbeelding 50. Op de horizontale as (liggend) staat de spanning. Op de verticale as (staand) staat de stroom. Bij elke meetwaarde staat een punt. De punten zijn met een vloeiende lijn verbonden. Dit noem je een **stroom,spanning-diagram**.

De lijn in het stroom,spanning-diagram van afbeelding 50 is niet recht, maar gebogen. Dat betekent dat de weerstand telkens verandert. De weerstand van een lampje blijft dus niet gelijk als je de spanning groter maakt.

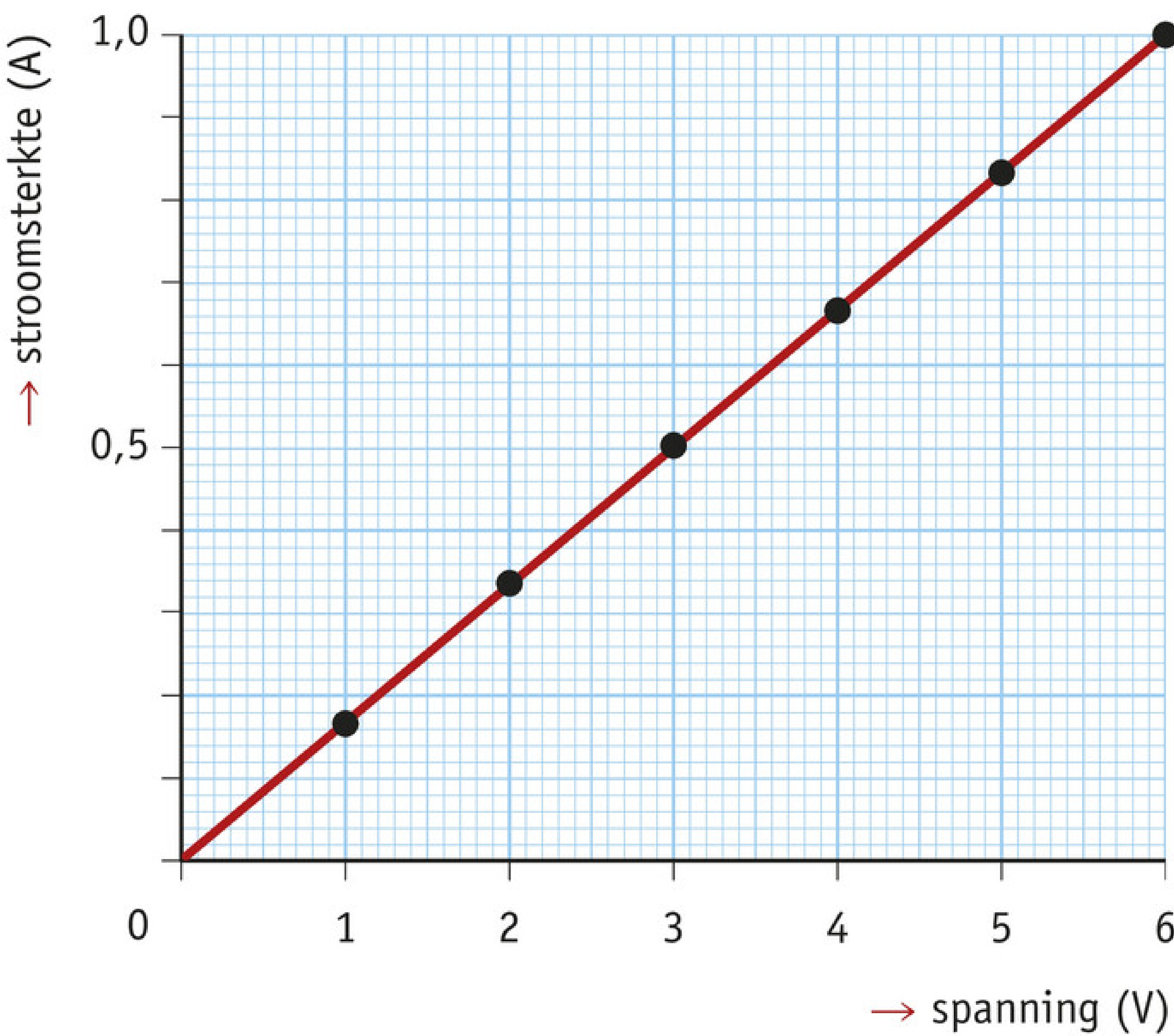
▼ tabel 2

spanning (in V)	stroom (in A)
0,5	0,30
1,0	0,43
2,0	0,60
3,0	0,72
4,0	0,83
5,0	0,92
6,0	1,0



▲ **afbeelding 50**
het stroom,spanning-diagram van een lampje

Constantaan is een legering (samenstelling) van de metalen koper, nikkel en mangaan. Constantaan heeft een bijzondere eigenschap: de weerstand blijft gelijk als de spanning hoger wordt.
In afbeelding 51 zie je het stroom,spanning-diagram van een draad van constantaan. De lijn is recht. Dat betekent dat de weerstand hetzelfde is bij verschillende spanningen.



▲ **afbeelding 51**
het stroom,spanning-diagram van constantaandraad

Opgaven

57 Om het diagram van afbeelding 51 te maken, is eerst een tabel gemaakt. Niet alle waarden in de tabel zijn ingevuld.
Vul de ontbrekende getallen in tabel 3 in.

▼ **tabel 3** stroom en spanning gemeten in constantaan

spanning	stroom
1,0 V	0,17 A
2,0 V	A
V	A
V	A
V	A
6,0 V	1,0 A

58 Beantwoord de volgende vragen. Gebruik daarbij het stroom,spanning-diagram van afbeelding 51.

a Hoe groot is de stroom door de draad als de spanning 1,5 V is? ______ A

b Hoe groot is de stroom door de draad als de spanning 2,5 V is? ______ A

c Hoe groot is de stroom door de draad als de spanning 3,6 V is? ______ A

d Hoe groot is de spanning als de stroom door de draad 0,33 A is? ______ V

e Hoe groot is de spanning als de stroom door de draad 0,7 A is? ______ V

f Hoe groot is de spanning als de stroom door de draad 0,92 A is? ______ V

59 Bereken de weerstand van de constantaandraad van afbeelding 51.
Gebruik de waarden 6,0 V en 1,0 A.
Schrijf de formule op en vul de getallen en de eenheden in.

______

______

______

60 Geef het antwoord op de vraag, zonder te rekenen.
Hoe groot is de weerstand van de constantaandraad bij 3,0 V? Leg je antwoord uit.

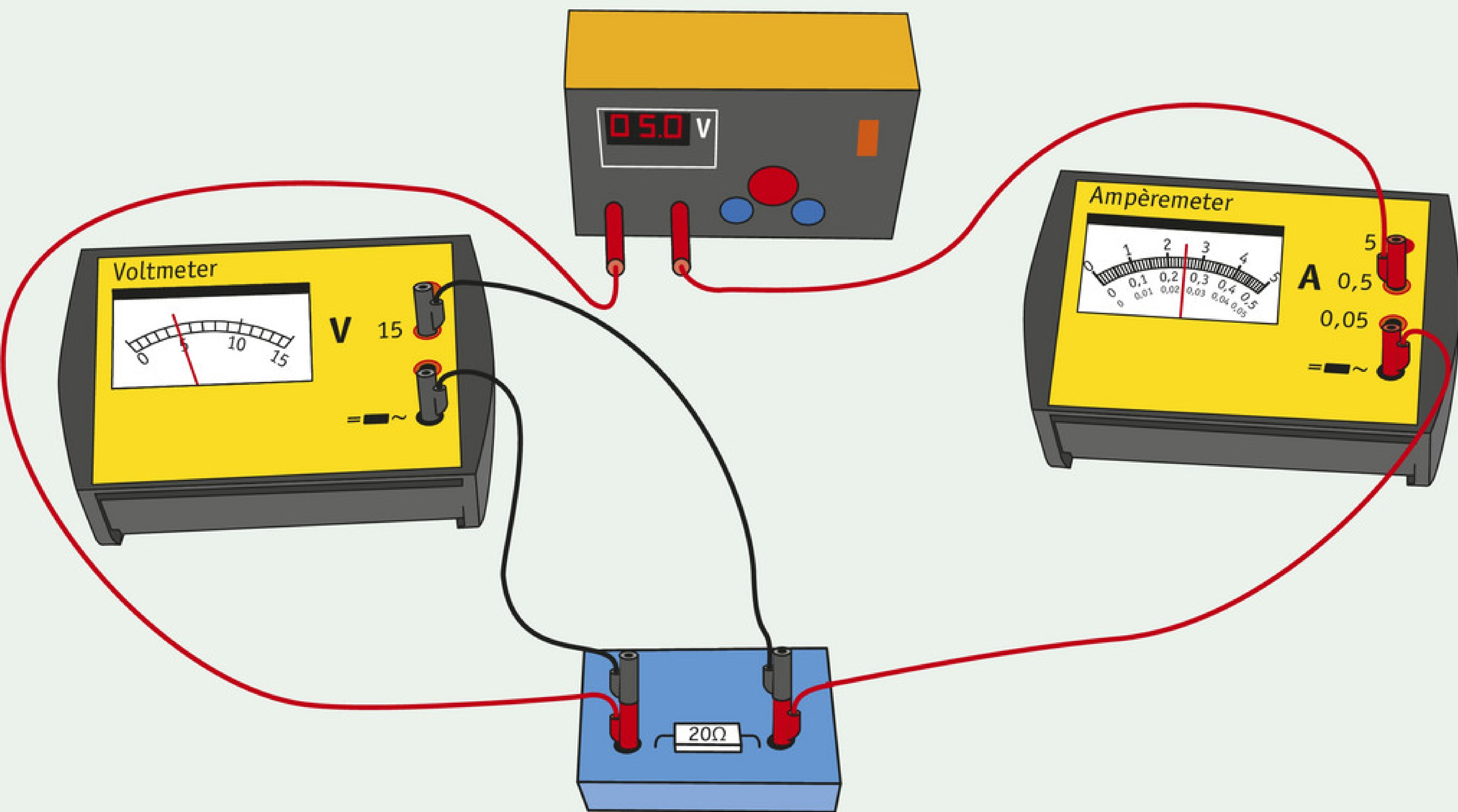
______

______

Proef 5 Weerstand bepalen met een meting

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 spanningsmeter 15 V
- ☐ 1 stroommeter 0,5 A
- ☐ 1 regelbare voeding 20 V
- ☐ 3 rode snoertjes
- ☐ 2 zwarte snoertjes
- ☐ 1 weerstand 20 Ω / 12 W



▲ **afbeelding 52**
de aansluiting voor de meting

Uitvoering

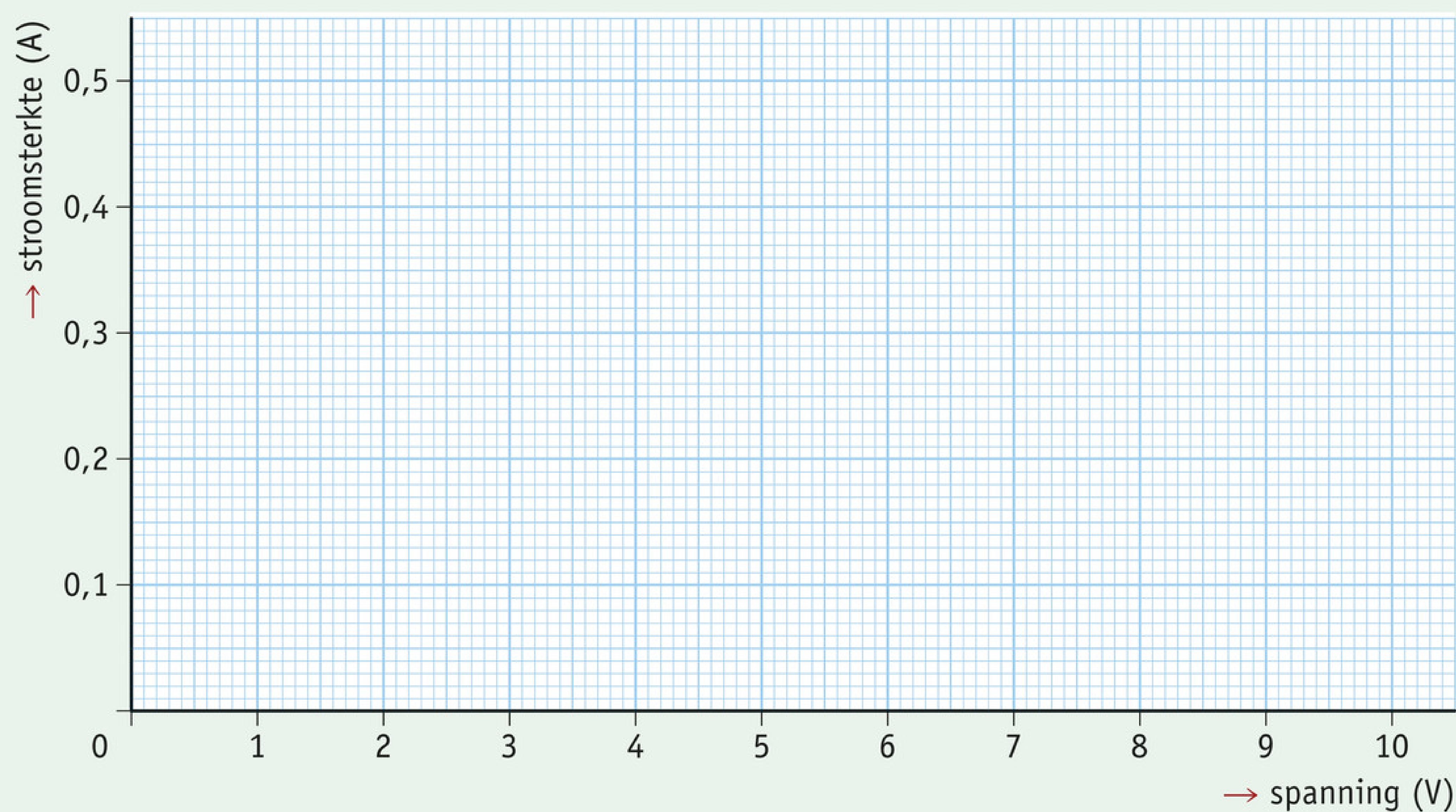
- Zet de apparaten neer zoals in afbeelding 52.
- Sluit alles aan zoals in de afbeelding.
- De stroommeter moet je aansluiten op 0,5 A.
- De spanningsmeter moet je aansluiten op 15 V.
- Zorg ervoor dat de knop van de voeding op 0 staat (linksom draaien).
- Schakel de voeding in.
- Draai de knop van de voeding tot de spanningsmeter 1 V aangeeft.
- Lees de stroommeter af, vul de stroom in tabel 4 in.
- Draai de spanning telkens 1 V hoger.
- Lees de stroom af en vul die in de tabel in.
- Ga door tot de spanning van 10 V.

▼ **tabel 4** stroom en spanning meten in een weerstand

spanning	stroom
1 V	A
2 V	A
3 V	A
4 V	A
5 V	A
6 V	A
7 V	A
8 V	A
9 V	A
10 V	A

1 Zet punten op de juiste plaats in het stroom,spanning-diagram (afbeelding 53).

2 Teken met potlood en liniaal een rechte lijn door de punten.



▲ **afbeelding 53**
het stroom,spanning-diagram van de meting

3 Lees in je diagram af hoe groot de stroom is bij een spanning van 2,5 V.

Bij een spanning van 2,5 V is de stroom ongeveer ________________.

4 Lees in je diagram af hoe groot de spanning is bij een stroom van 0,23 A.

Bij 0,23 A is de spanning ongeveer ________________.

- Ruim alles netjes op.

Potmeter

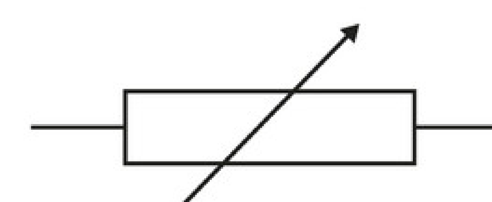
Veel mensen gebruiken een dimmer voor de verlichting in de woonkamer (afbeelding 54). Met een dimmer kun je het licht feller of minder fel laten branden. In een dimmer zit een **potmeter** (afbeelding 55). Een potmeter is een regelbare weerstand (ook **variabele weerstand** of schuifweerstand genoemd). Door aan de knop te draaien, maak je de weerstand groter of kleiner. Hierdoor verandert ook de spanning.



▲ **afbeelding 54**
een lichtdimmer



ⓐ In een dimmer zit een potmeter.



ⓑ symbool van een potmeter

▲ **afbeelding 55**

Een potmeter kom je op veel plaatsen tegen. Een voorbeeld is de volumeknop van de radio of televisie. In elektrische apparaten waarin iets geregeld kan worden, zit vaak een potmeter. Het mengpaneel in een opnamestudio of concertzaal zit helemaal vol met potmeters (afbeelding 56).

Laat de geluidstechnicus maar schuiven

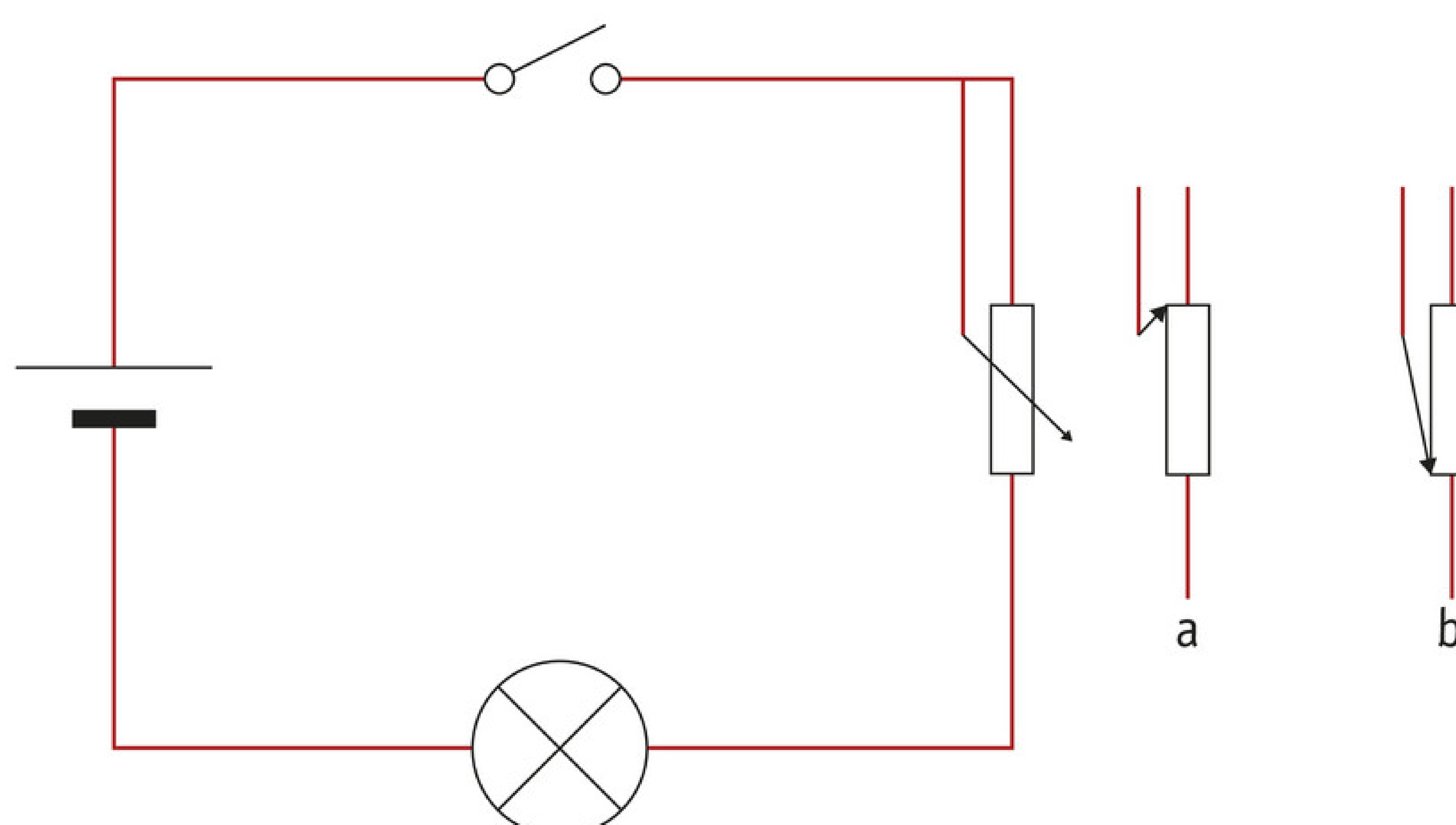
Opleiding AV-productie niveau 3

Een geluidstechnicus regelt het geluid bij een concert. Daarvoor heeft hij geleerd om met een mengpaneel te werken. Om geluidstechnicus te worden volg je de opleiding AV-productie op niveau 3. AV staat voor audiovisueel en dat betekent geluid en beeld. Het is een technische opleiding, maar je moet ook creatief zijn. Je leert om apparatuur te bedienen, installeren en soms zelfs repareren.



▶ **afbeelding 56**
Het mengpaneel bij een concert zit vol met potmeters (regelbare weerstanden).

In het schema van afbeelding 57 staat een regelbare weerstand (potmeter). Deze weerstand werkt als lichtdimmer. Staat de schuif van de regelbare weerstand in stand a, dan gaat de stroom door de hele weerstand. De weerstand is dan groot. De stroom door de lamp is dan klein. De lamp brandt niet of heel zwak.
Staat de schuif in stand b, dan gaat de stroom niet door de weerstand. Alle stroom gaat door de lamp. De lamp brandt dan op volle sterkte. Door de schuif te bewegen tussen deze standen regel je de lichtsterkte van de lamp.



▲ **afbeelding 57**
Een potmeter regelt de stroom en spanning van de lamp.

Opgaven

61 Door de schakeling van afbeelding 57 loopt een stroom van 0,02 A. Hierdoor brandt de lamp niet.
In welke stand staat de schuif van de potmeter?
- ☐ A in stand a
- ☐ B in stand b
- ☐ C ergens tussen stand a en stand b

62 De potmeter wordt zo gedraaid dat de stroom 0,5 A wordt. De lamp brandt nu fel.
In welke stand staat de schuif van de potmeter?
- ☐ A in stand a
- ☐ B in stand b
- ☐ C ergens tussen stand a en stand b

63 De potmeter wordt weer verdraaid, waardoor de lamp zwak brandt.
Hoe groot is de stroom die nu door de schakeling gaat?
- ☐ A 0,02 A
- ☐ B 0,2 A
- ☐ C 0,5 A

Onthouden!

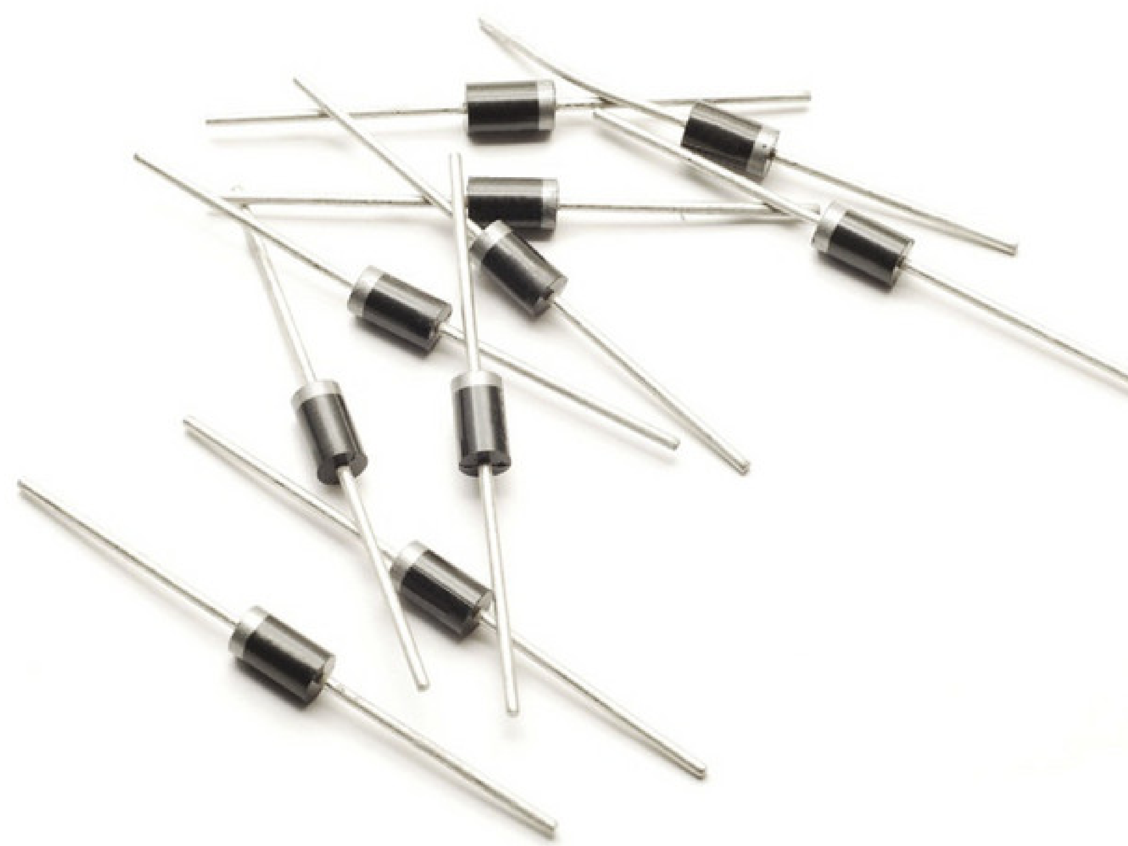
Weerstand kun je berekenen met de wet van Ohm:
weerstand = spanning : stroomsterkte
Een grafiek van de stroom en de spanning is een stroom,spanning-diagram.
De grafiek is een rechte lijn als de weerstand gelijk blijft.
Een potmeter is een regelbare weerstand (variabele weerstand, schuifweerstand).
Met een potmeter regel je de spanning.

5 Halfgeleiders

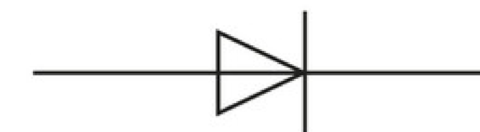
Zonder halfgeleiders zouden een tablet, mobieltje en computer niet werken. Er zijn verschillende soorten halfgeleiders.

De diode

Een **halfgeleider** is een klein elektrisch apparaatje dat stroom doorlaat in één richting. Een voorbeeld van een halfgeleider is een **diode**. In afbeelding 58 zie je enkele diodes met ernaast het symbool voor een diode.

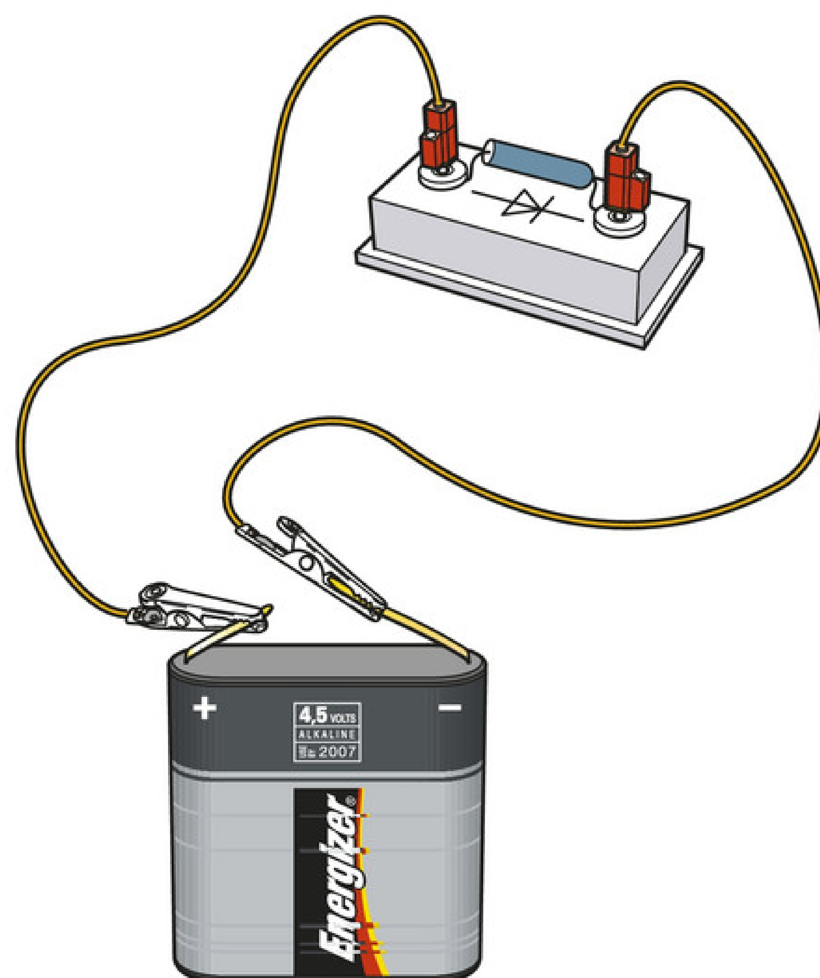


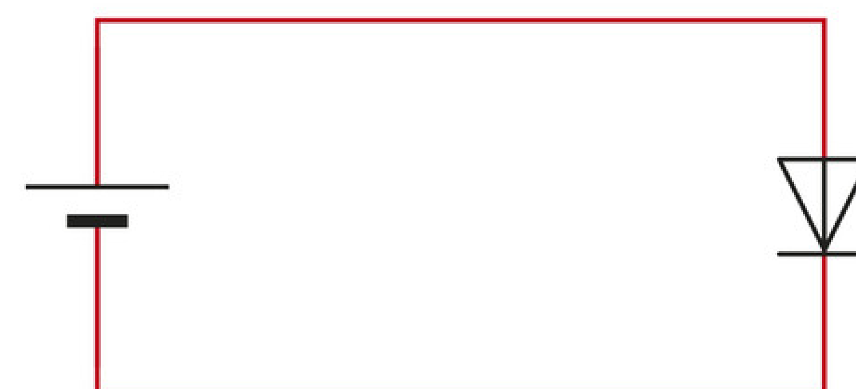
▲ **afbeelding 58**
enkele diodes



▲ **afbeelding 59**
symbool van een diode

Een diode kan op gelijkspanning worden aangesloten. Als je de plus en de min aansluit in de richting van de pijlpunt, loopt er stroom door de diode. De diode **geleidt** de stroom. In afbeelding 60 zie je de aansluiting van een diode op gelijkspanning. In het schakelschema zie je dat de plus van de batterij is aangesloten op het begin van de pijl van de diode. In die richting loopt de stroom van de plus naar de min.

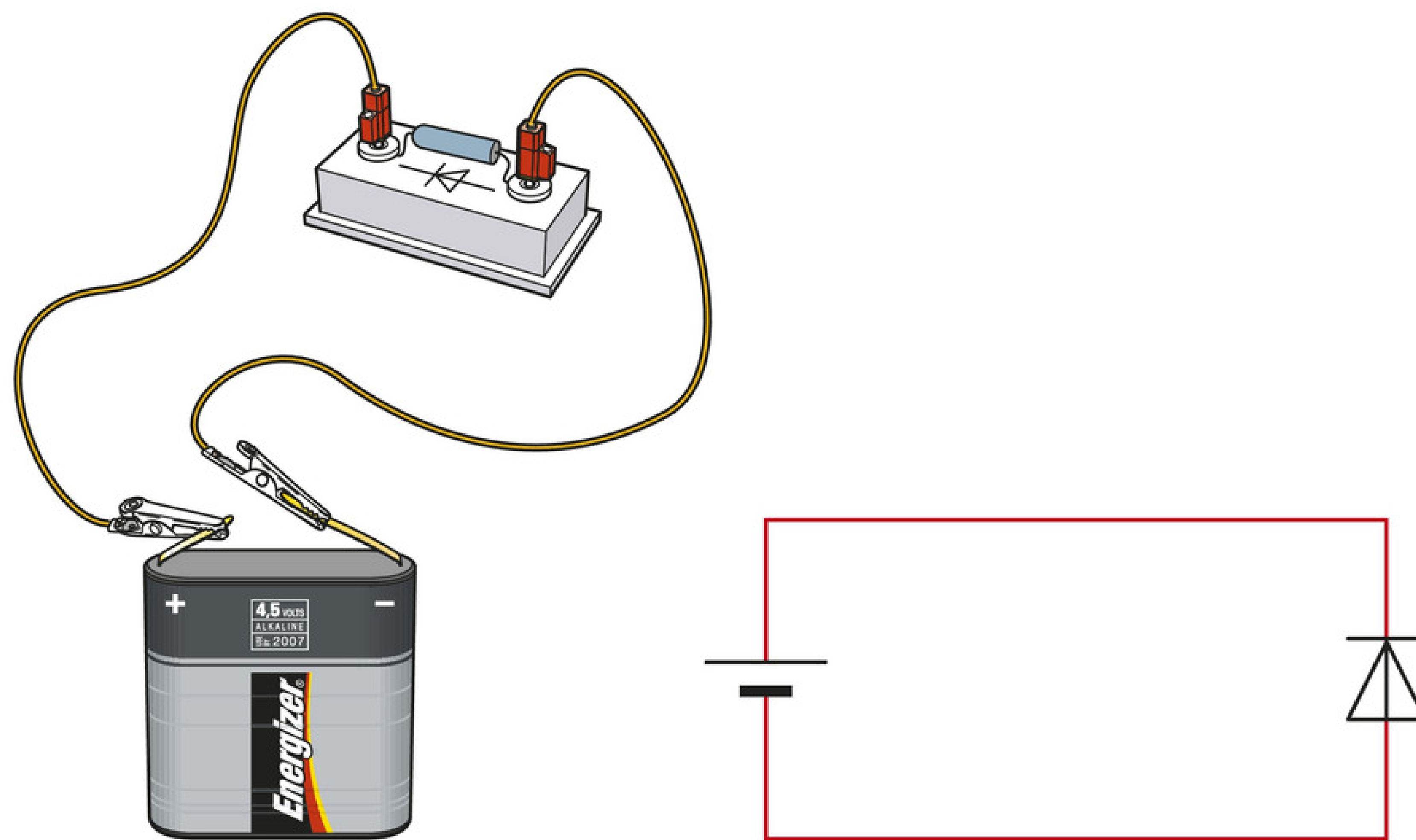




▲ **afbeelding 60**
De diode geleidt de stroom.

De diode kan ook omgekeerd worden aangesloten. De plus en de min zijn dan aangesloten tegen de richting van de pijlpunt in. Dit zie je in afbeelding 61. Nu loopt er geen stroom door de diode. De diode **spert** de stroom (houdt de stroom tegen). De plus van de batterij is aangesloten op de streep van de diode. Dit zie je in het schema.

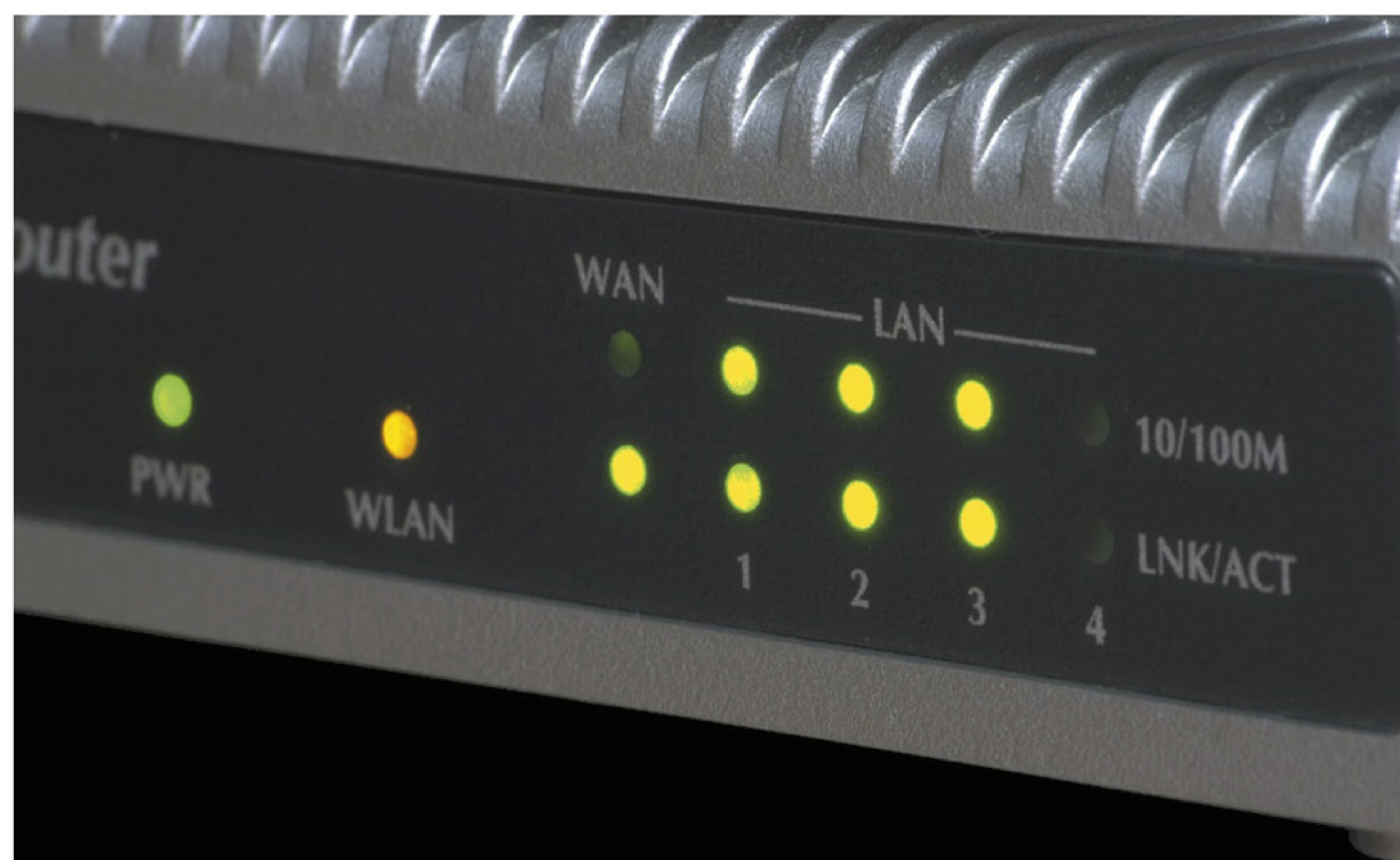
Bij wisselstroom verandert telkens de richting van de stroom. Een diode laat dan maar de helft van de stroom door. Omdat alleen de stroom in één richting wordt doorgelaten, heet dit element een halfgeleider. Op die manier kan een diode een wisselstroom omzetten in gelijkstroom.



▲ **afbeelding 61**
De diode spert de stroom.

De led

Een bijzondere diode is de **led**. Als door een led stroom loopt, geeft ze licht. Led is een afkorting van light emitting diode (licht uitstralende diode). Een led wordt veel gebruikt als controlelamp. Bijvoorbeeld de kleine gekleurde lampjes op de televisie of op een modem (afbeelding 62).

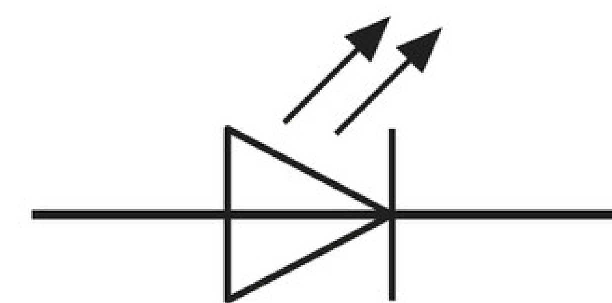


▲ **afbeelding 62**
led als controlelampje

Leds zijn er in verschillende vormen en kleuren (afbeelding 63). Vaak zie je ze als een bolletje. Een led gebruikt heel weinig energie. In afbeelding 64 staat het symbool voor een led.



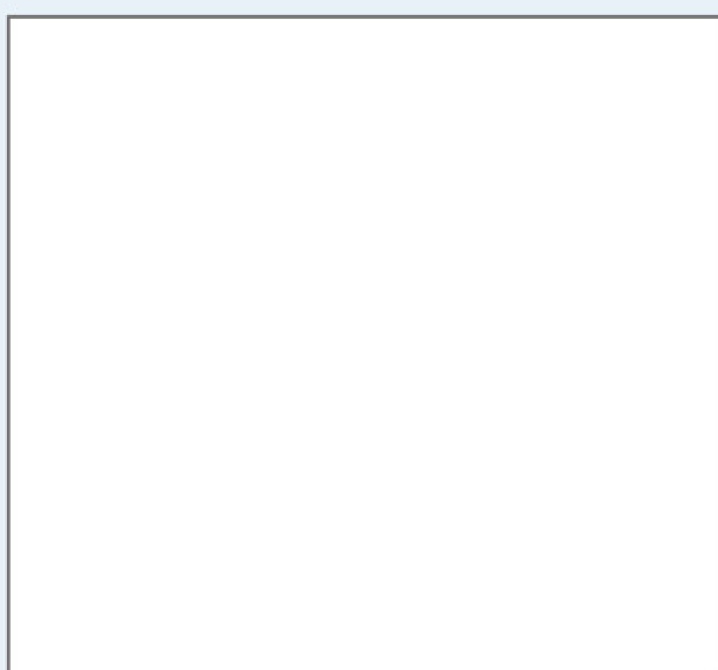
▲ **afbeelding 63**
ledjes in verschillende kleuren en vormen



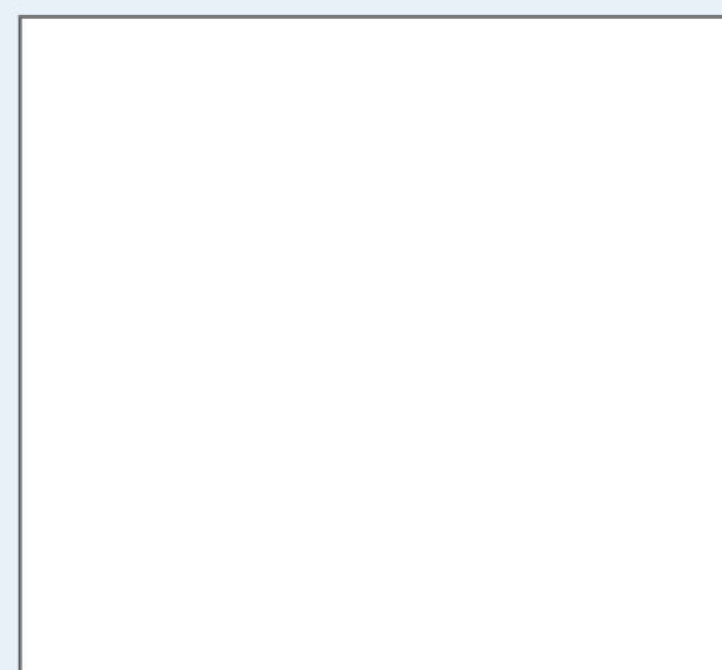
▲ **afbeelding 64**
symbool voor een led

Opgaven

64 a Teken in het eerste vierkant het symbool van een diode.
b Teken in het tweede vierkant het symbool van een led.



diode



led

65 Als door een diode stroom loopt, GELEIDT / SPERT de diode.

66 Wat doet een led als er stroom doorheen loopt?
- ☐ A De led geeft geluid.
- ☐ B De led geeft licht.
- ☐ C De led geeft licht en geluid.
- ☐ D De led geeft warmte.

67 Een led is in serie geschakeld met een weerstand. Elze haalt de weerstand voor de led weg. In plaats van de weerstand soldeert ze een gewoon stukje koperdraad. Hierdoor wordt de stroom door de led KLEINER / GROTER.

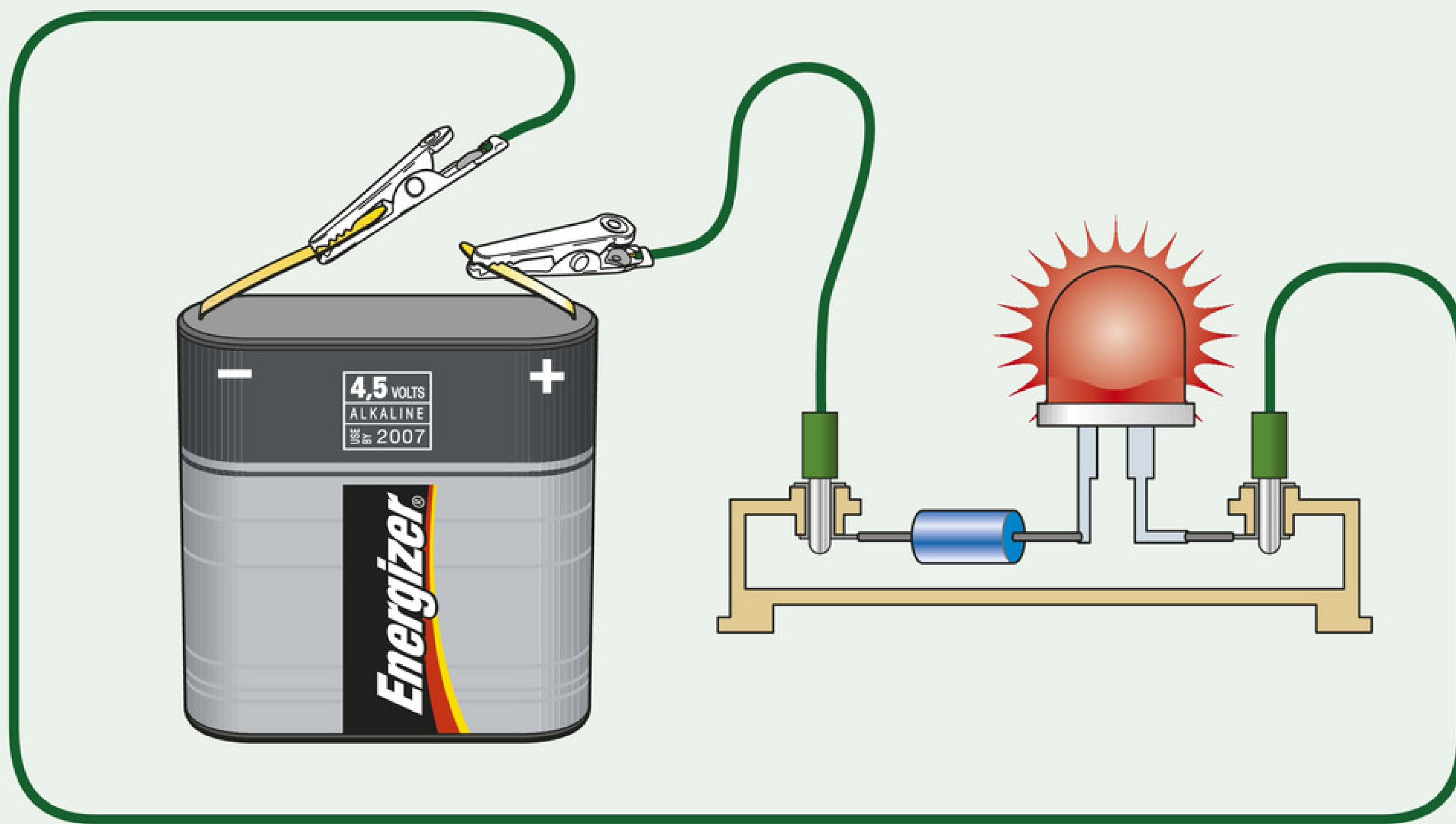
Proef 6 De werking van een led

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 batterij van 4,5 V
- ☐ 1 voeding van 6 V wisselspanning
- ☐ 1 led met weerstand
- ☐ 2 krokodillenbekjes
- ☐ 2 snoertjes

Uitvoering

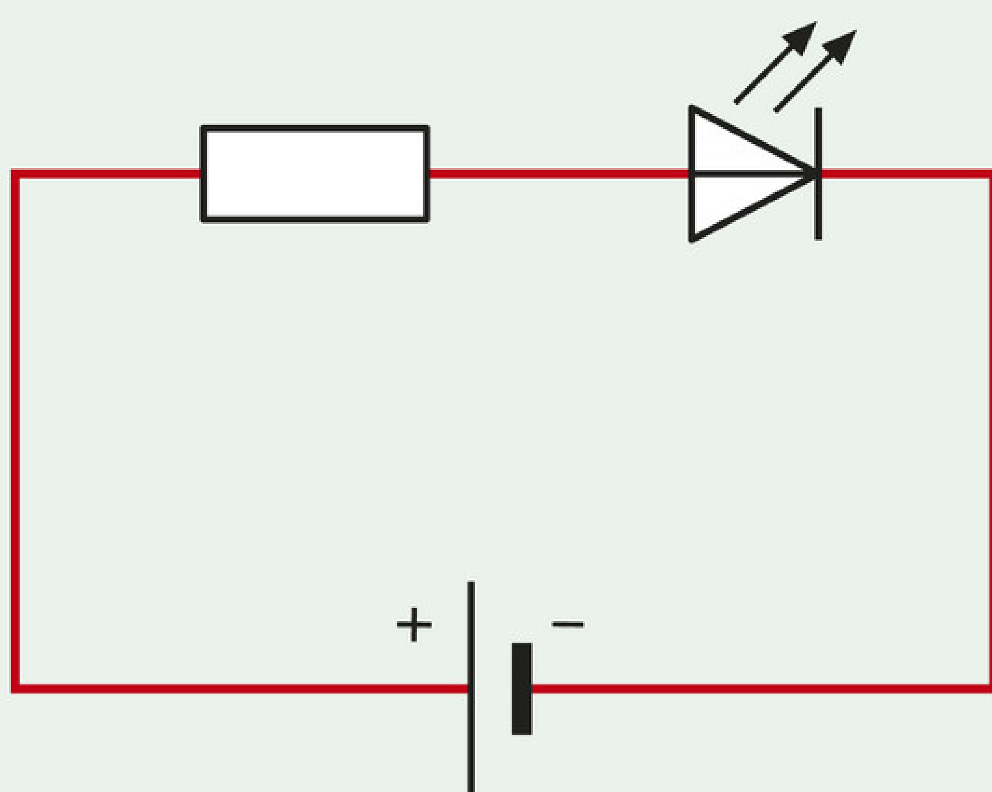
- Maak de schakeling van afbeelding 65.



▲ **afbeelding 65**
een led aangesloten op een batterij

- Geeft de led geen licht, draai dan de draden op de + en de – van de batterij om.
- Brandt de led nu nog niet, vraag dan je leraar om hulp.

Je hebt nu de aansluiting gemaakt zoals in het schema van afbeelding 66.



▲ **afbeelding 66**
het schema van een led die geleidt

1 De led brandt in deze schakeling.
Je hebt dus WEL / NIET een gesloten stroomkring.

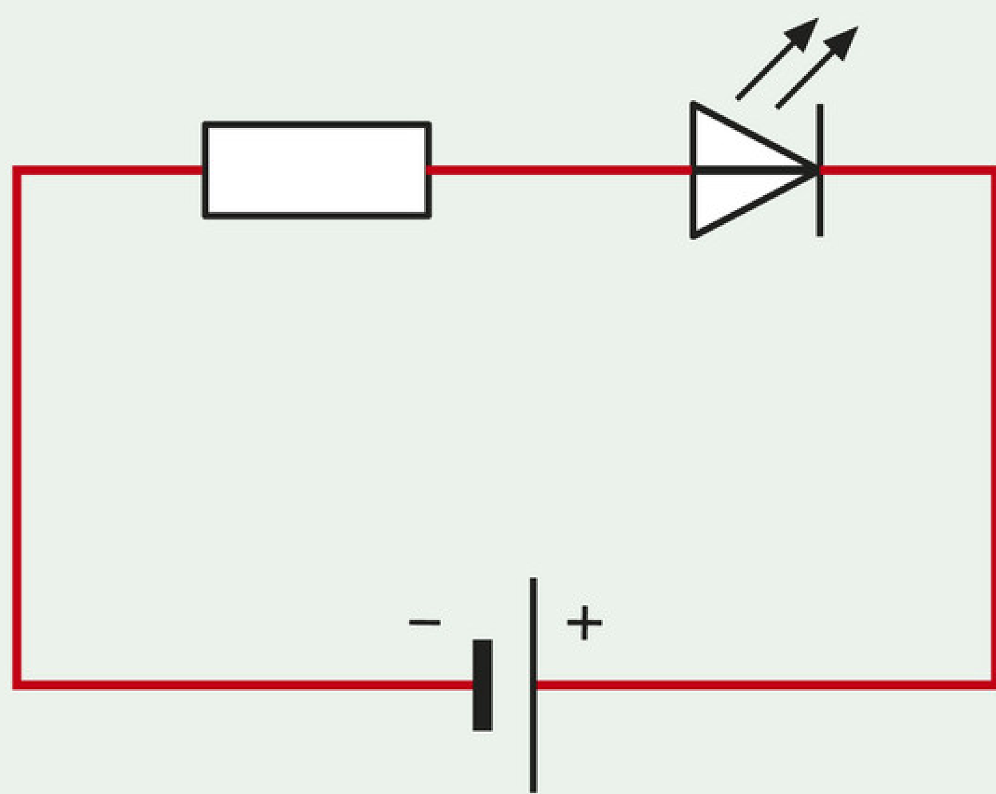
- Zet in afbeelding 66 de punt van je potlood op de plus van de batterij.
- Ga met de punt van je potlood over de stroomdraden naar de min van de batterij.

2 Als je met de punt van je potlood van de plus naar de min gaat:
☐ A beweeg je in de richting van de pijlpunt van de led.
☐ B beweeg je tegen de richting van de pijlpunt van de led.

- Draai de draden aan de + en de – van de batterij om.
  De led is wel aangesloten, maar geeft nu geen licht.

3 De led in deze schakeling brandt niet.
Je hebt dus WEL / NIET een gesloten stroomkring.

Het schema van de aansluiting die je nu hebt gemaakt, zie je in afbeelding 67.

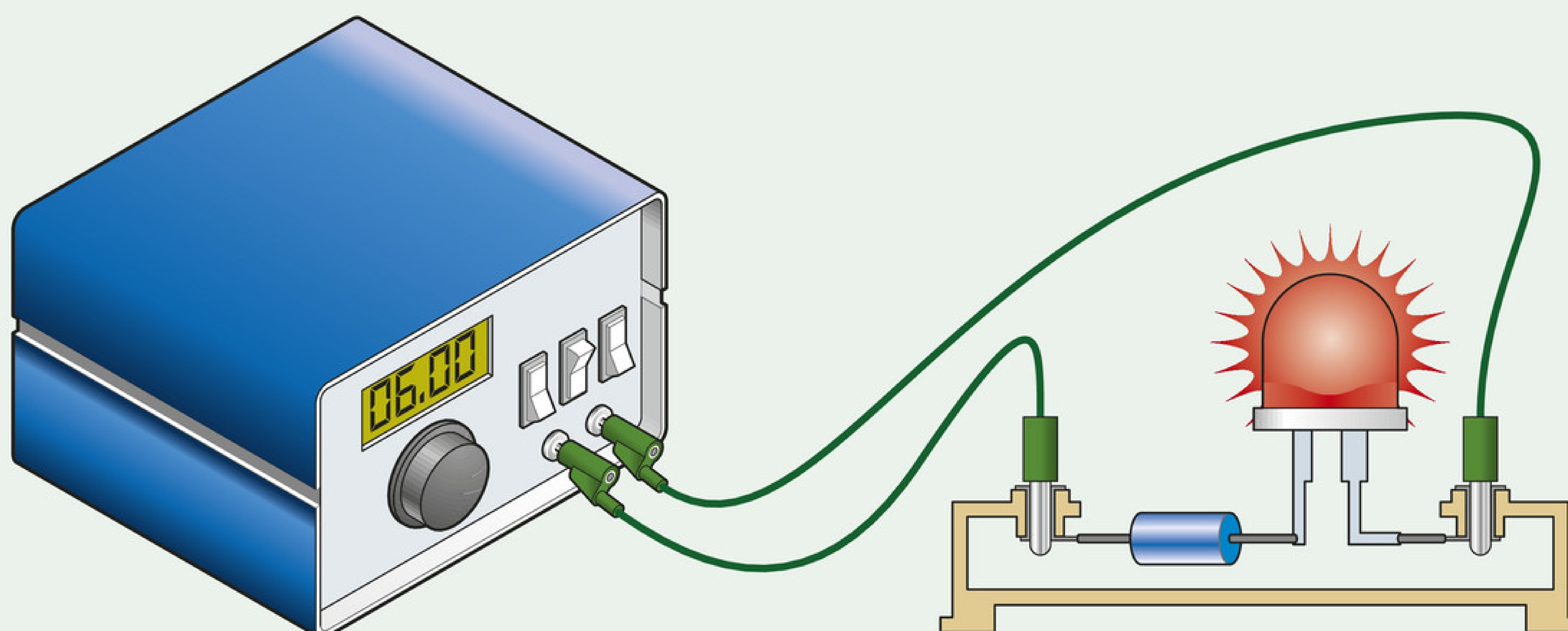


▲ **afbeelding 67**
het schema van een led die spert

- Zet in afbeelding 67 de punt van je potlood op de plus van de batterij.
- Ga met de punt van je potlood over de stroomdraden naar de min van de batterij.

4 Als je met de punt van je potlood van de plus naar de min gaat:
☐ A beweeg je in de richting van de pijlpunt van de led.
☐ B beweeg je tegen de richting van de pijlpunt van de led.

- Haal de draden op de batterij los.
- Sluit de led aan op de voeding van 6 V wisselspanning (afbeelding 68).
- Schakel de voeding in.



▲ **afbeelding 68**
een led aangesloten op wisselspanning

5 De led geeft WEL / GEEN licht.

- Draai de draden bij de voeding om.

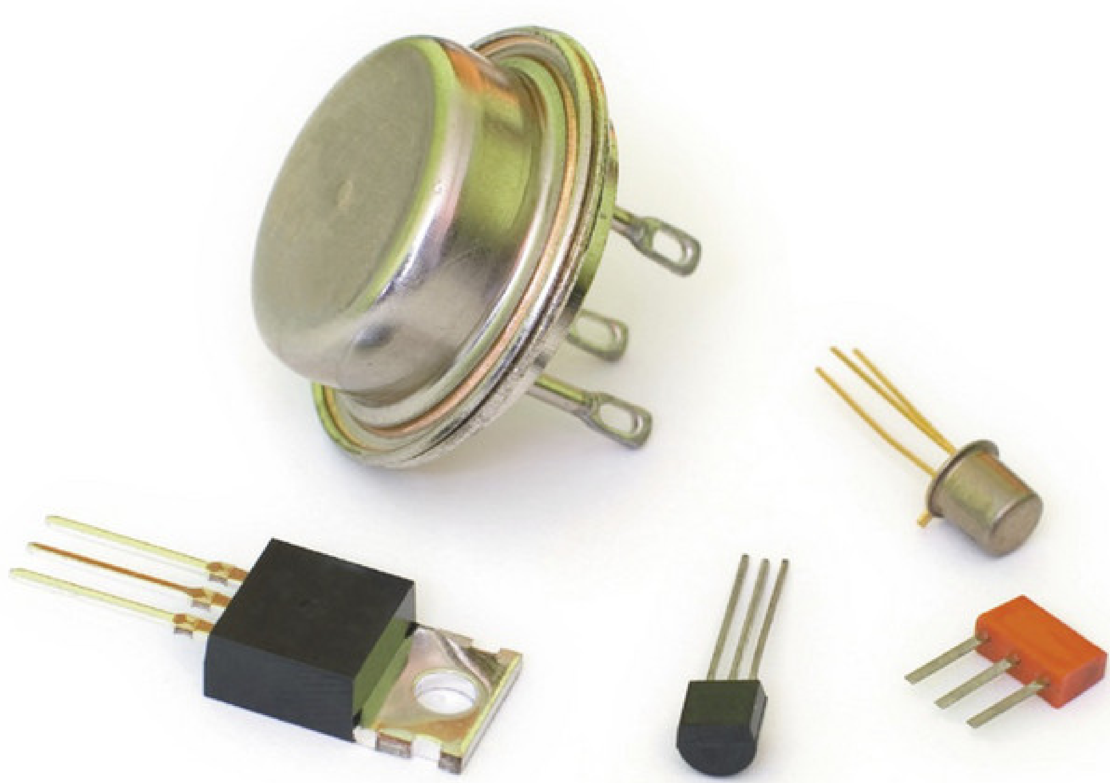
6 De led geeft WEL / GEEN licht.

7 Een led aangesloten op wisselspanning:
- ☐ A spert altijd.
- ☐ B geleidt altijd.
- ☐ C geeft geen licht.

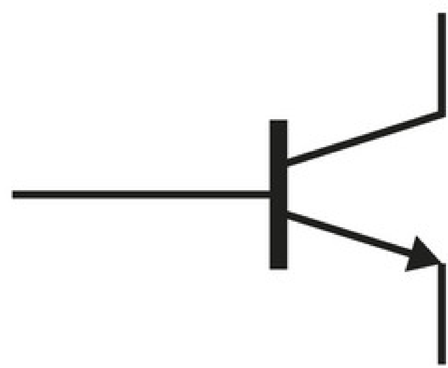
- Ruim alles netjes op.

De transistor

Een ander soort halfgeleider is de **transistor**. In afbeelding 69 zie je verschillende transistors. Afbeelding 70 is het symbool van een transistor. Transistors worden gebruikt als versterker of schakelaar in elektronische apparaten.



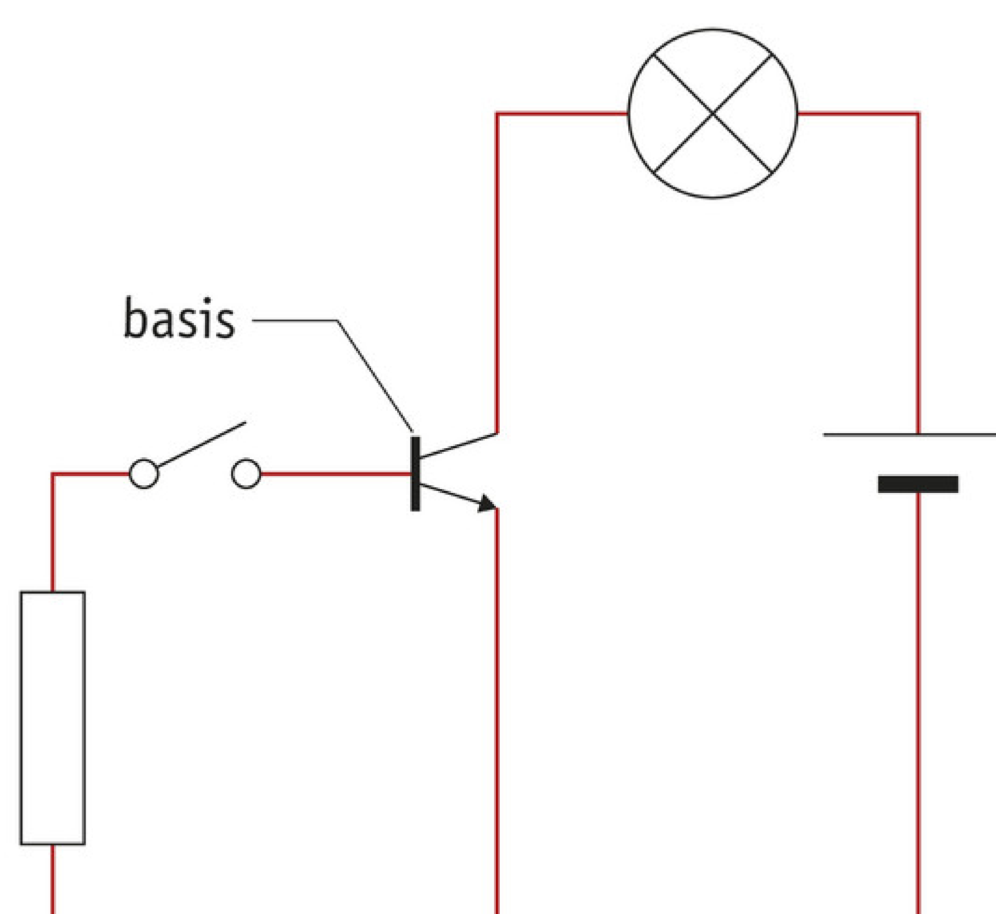
▲ **afbeelding 69**
verschillende transistors



▲ **afbeelding 70**
symbool voor een transistor

Een transistor heeft drie aansluitpunten. Dat zie je in afbeelding 69. Twee aansluitpunten zijn aangesloten in een stroomkring. Het derde aansluitpunt, de basis, zit in een andere stroomkring, zie afbeelding 71. De transistor laat alleen stroom door als op de basis spanning staat. Met de basis kun je de transistor dus 'open' en 'dicht' zetten. Op die manier werkt een transistor als schakelaar in elektronische apparaten.

▶ **afbeelding 71**
de transistor
als schakelaar

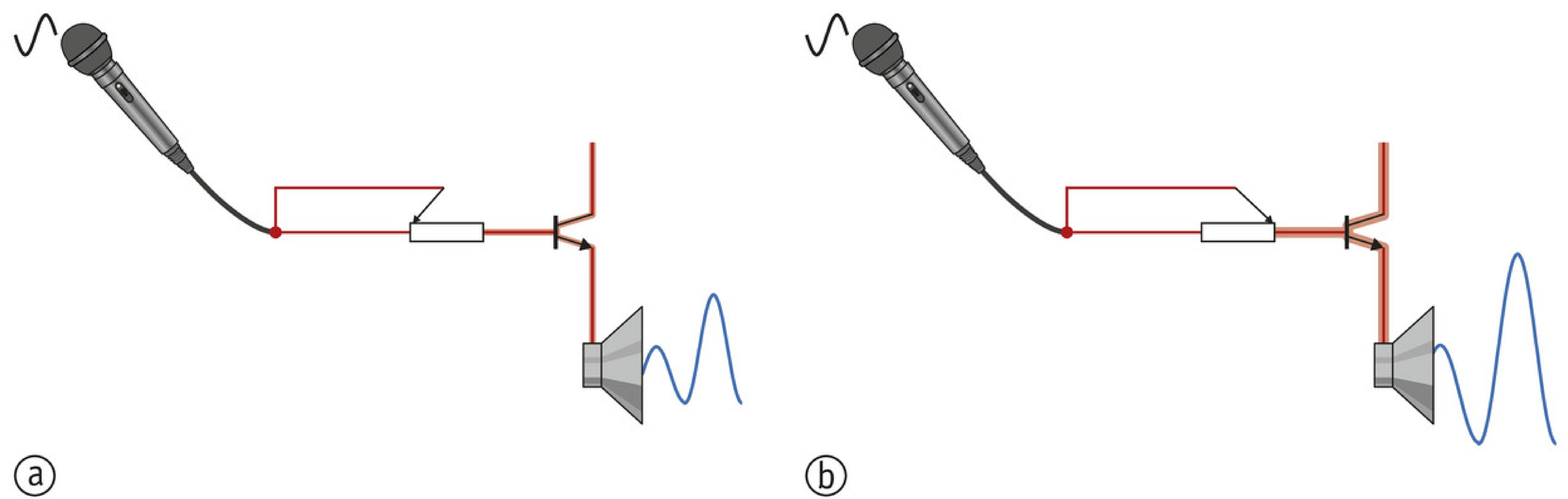


Transistor als versterker

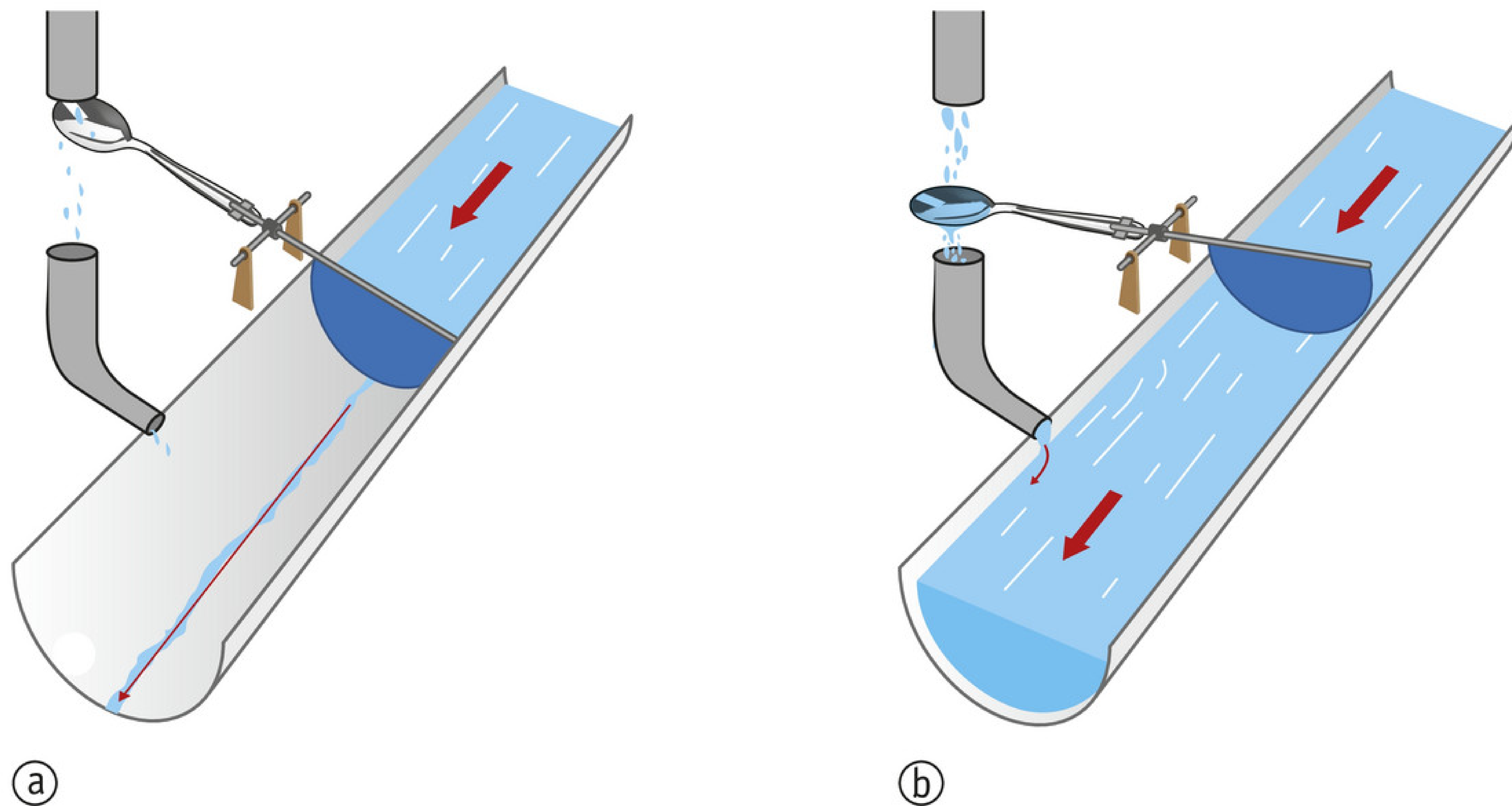
Hoe groter de stroom door de basis, hoe groter de stroom door de transistor. Een transistor werkt daardoor als **versterker**.

In afbeelding 72 is een microfoon via een potmeter aangesloten op de basis van een transistor. In afbeelding 72a laat de potmeter een kleine stroom door. Een kleine stroom door de basis geeft een grotere stroom door de transistor, je ziet dat in afbeelding 73a. Er komt een zacht geluid uit de luidspreker.

Door aan de potmeter te draaien, wordt het stroompje op de basis groter (afbeelding 72b en 73b). De stroom door de transistor wordt dan veel groter. Het geluid uit de luidspreker wordt dus veel harder. Een transistor versterkt de stroom gemakkelijk 200 tot 900 keer.



▲ **afbeelding 72**
de transistor als versterker



▲ **afbeelding 73**
de werking van een transistor als versterker

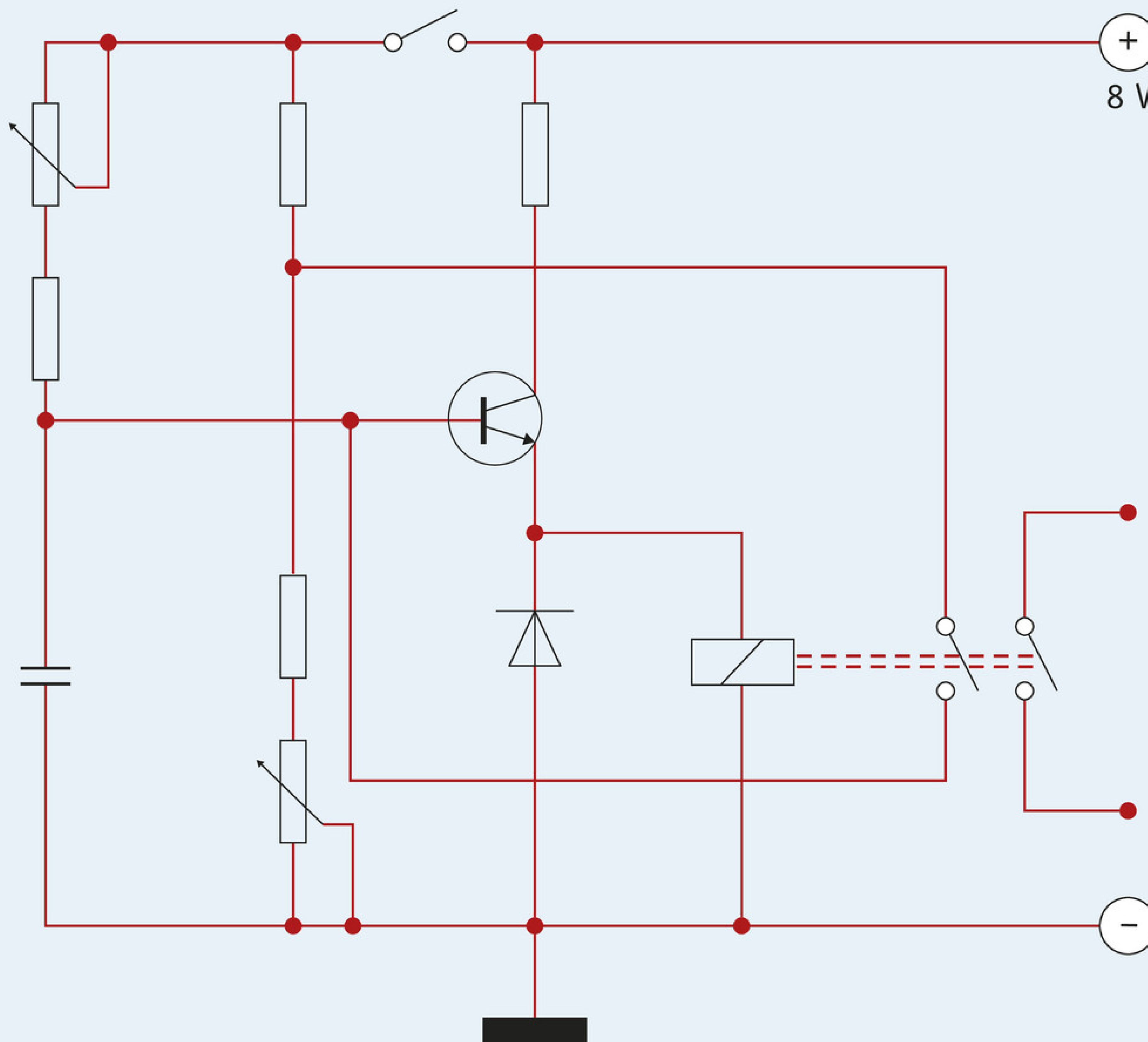
Opgaven

68 Welke drie onderdelen zijn halfgeleiders?

- ☐ A diode, led en transistor
- ☐ B LDR, NTC en smeltveiligheid
- ☐ C schakelaar, drukschakelaar en wisselschakelaar
- ☐ D weerstand, variabele weerstand en spanningsdeler

69 In het examen van 2011 stond het schema van afbeelding 74.

a Teken een rode cirkel om de diode.
b Teken een blauwe cirkel om de transistor.
c Teken een groene cirkel om de condensator.



▲ **afbeelding 74**
het schema uit het examen van 2011

70 a Hoeveel variabele weerstanden staan er in het schema van afbeelding 74? ____

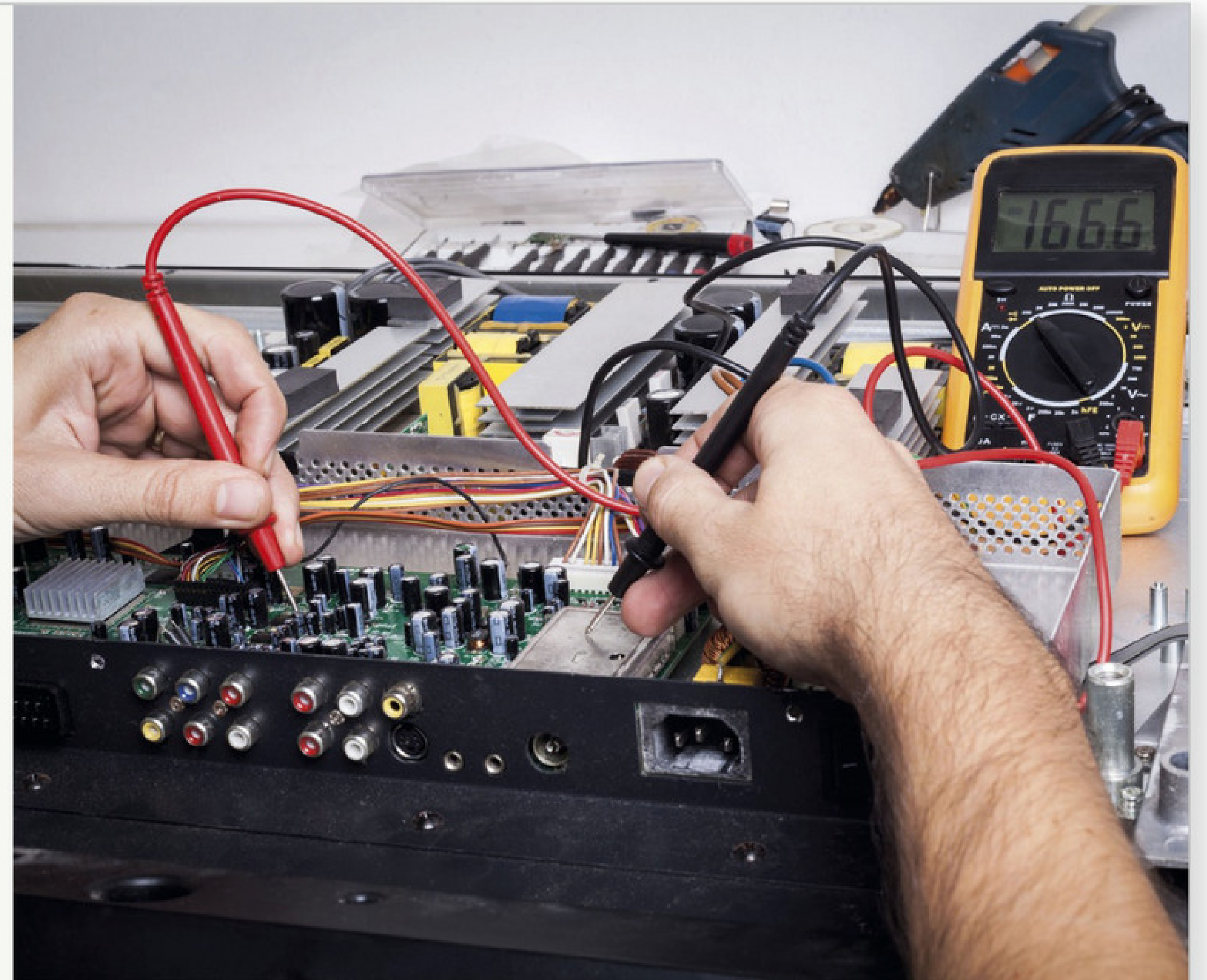
b Hoeveel gewone weerstanden staan er in het schema? ____

c Hoeveel relais staan er in het schema? ____

Alle schakels werken samen

Opleiding monteur elektrotechniek niveau 2

In elektronische apparaten zitten veel kleine onderdelen. Verschillende soorten weerstanden, maar ook diodes, transistors en condensators. Haal je een elektronisch apparaat uit elkaar, dan zie je schakelingen met al die onderdelen. Samen zorgen ze ervoor dat het apparaat goed werkt. Als je het leuk vindt om elektronische apparaten uit elkaar te halen, kun je van je hobby je werk maken. Een monteur elektrotechniek maakt en repareert elektronische apparaten. Bijvoorbeeld huishoudelijke apparaten of computers. Je leert precieze tekeningen maken en lezen.



▲ **afbeelding 75**
werken aan elektronica

Onthouden!

Een halfgeleider laat stroom door in één richting.
Veelgebruikte halfgeleiders zijn:

- diode
- led
- transistor

Een diode kan wisselstroom omzetten in gelijkstroom.
Een led is een diode die licht geeft als er spanning op staat.
Een transistor wordt gebruikt als elektronische schakelaar of als versterker.

6 Examen doen

Examenvraag 1

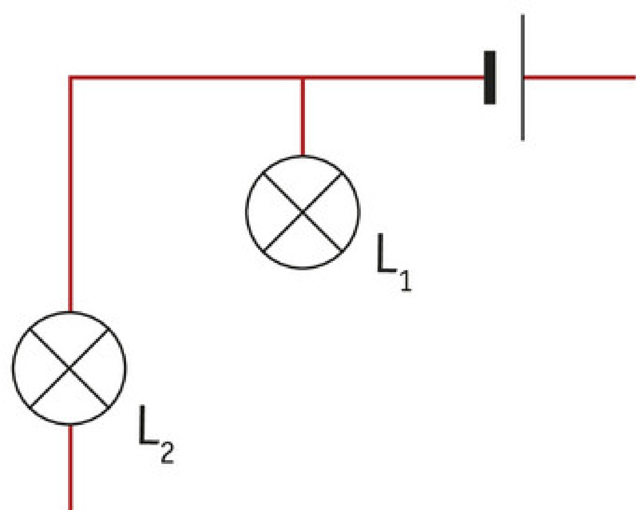
examen 2013, eerste tijdvak

Practicum elektriciteit

Freek maakt als practicumopdracht een schakeling.
Hij gebruikt: één batterij, twee schakelaars, twee lampen en een aantal snoertjes.

Je ziet een deel van het schakelschema.

1p → Maak het schema af met twee schakelaars en de snoeren, zodat L_1 en L_2 apart aan en uit kunnen worden gezet.



▲ afbeelding 76

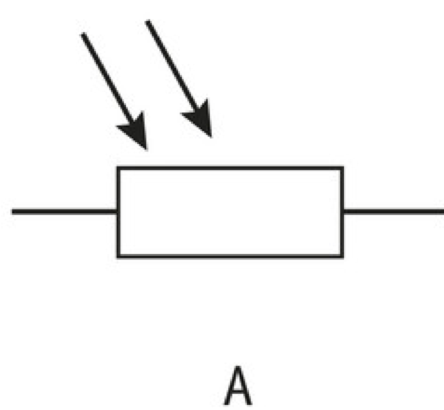
Examenvraag 2

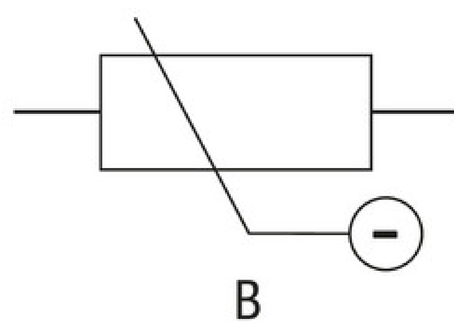
vervolg van vraag 1

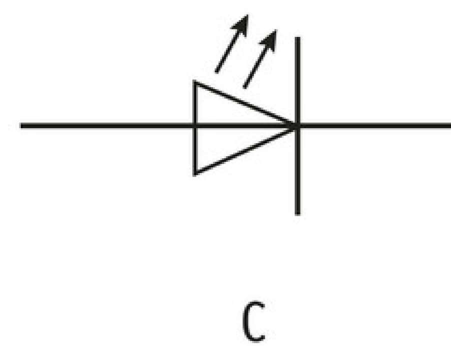
Practicum elektriciteit

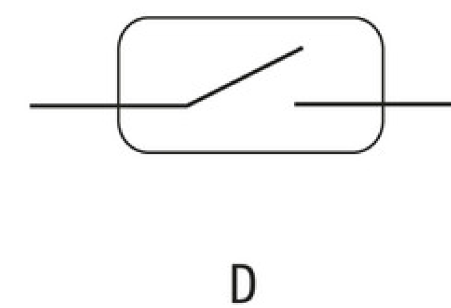
Freek krijgt vervolgens de opdracht zijn schakeling aan te passen, zodat die reageert op licht in de omgeving.

2p → Welk onderdeel moet hij kiezen? (Omcirkel het goede antwoord A, B, C of D.)









▲ afbeelding 77

Examenvraag 3

examen 2011, eerste tijdvak

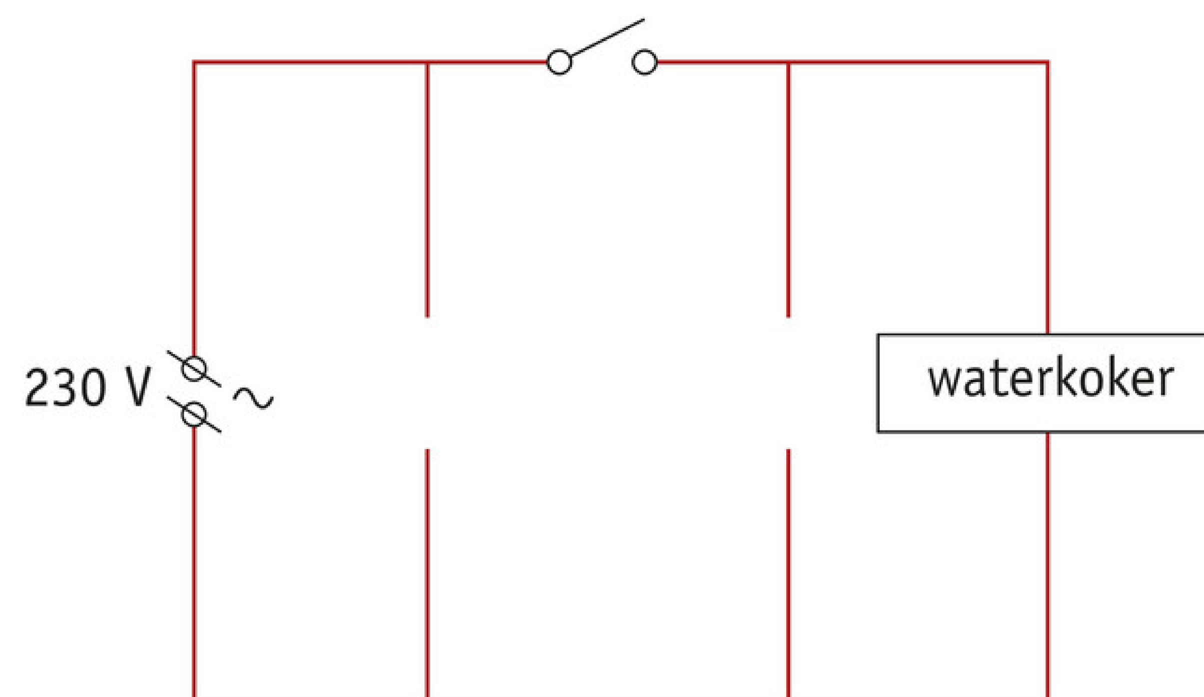
Waterkoker

Een waterkoker is voorzien van een controlelampje. Als het apparaat ingeschakeld is, brandt het lampje.

In het schema zijn twee mogelijkheden voor het plaatsen van het controlelampje weergegeven.

2p → Teken het controlelampje met het juiste symbool op de juiste plaats in het schema.

▶ afbeelding 78

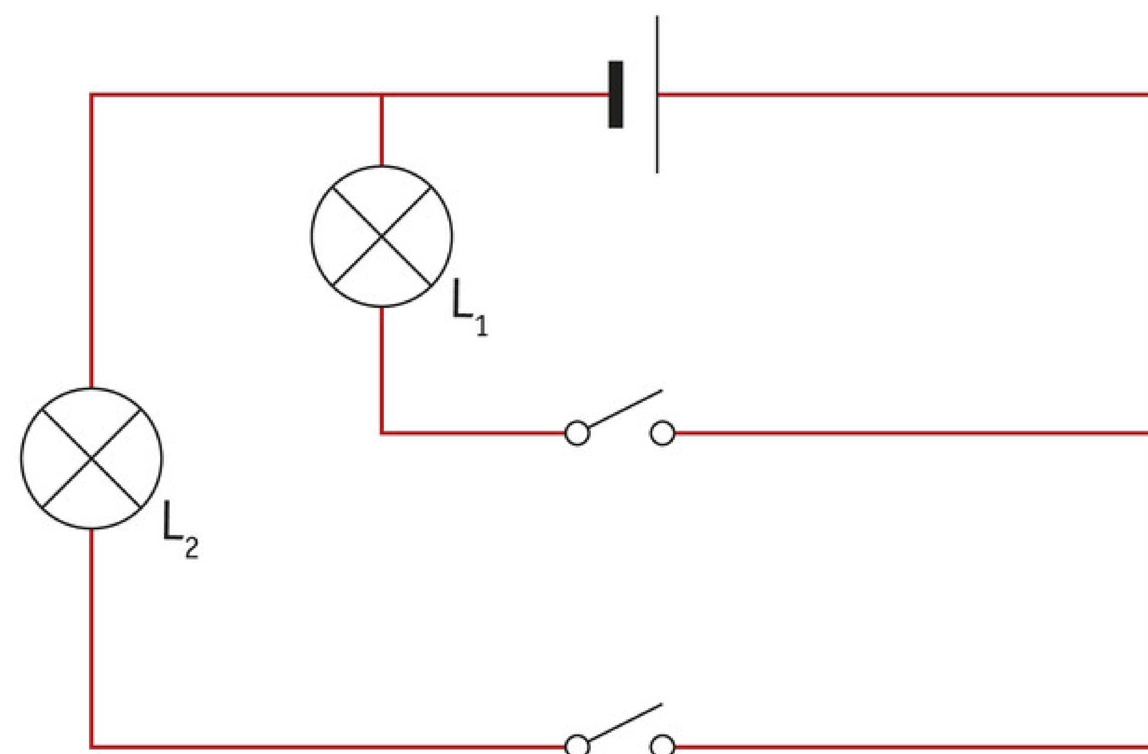


Antwoorden

Examenvraag 1

Om de lampen afzonderlijk in te schakelen moet je twee stroomkringen parallel tekenen. De gemakkelijkste manier om het schema te tekenen, zie je in afbeelding 79.

▶ afbeelding 79



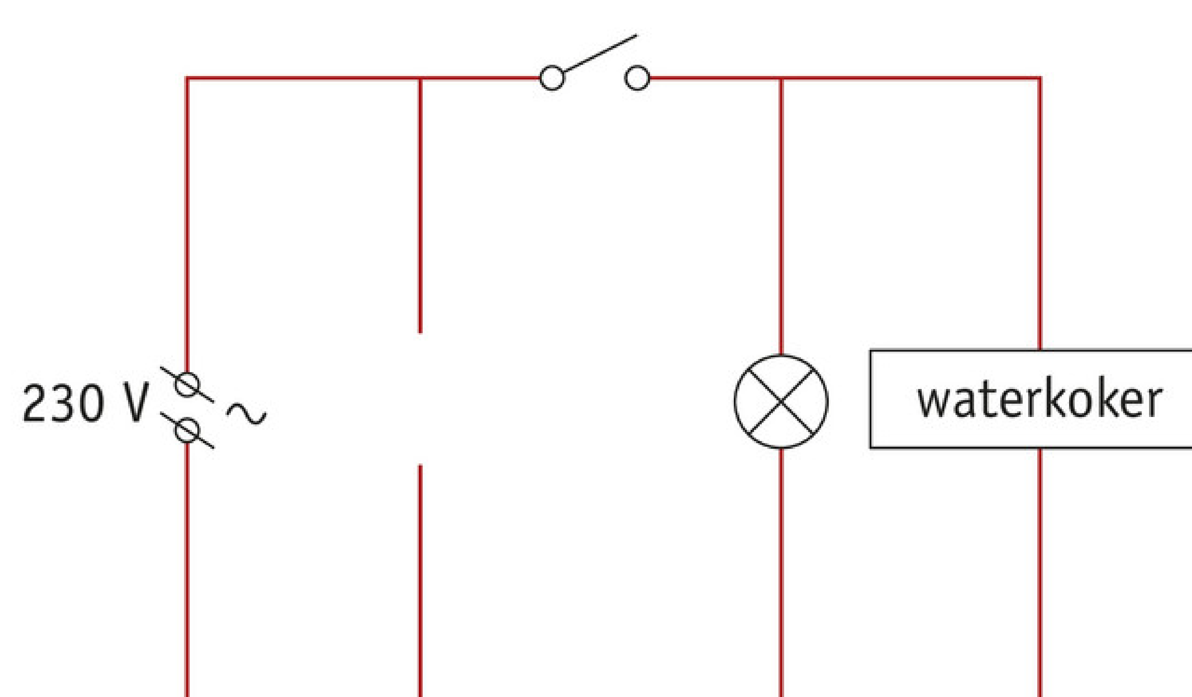
Examenvraag 2

De schakeling moet reageren op licht. Bekijk in je Binas tabel 12 *Elektrotechnische symbolen*. Van de vier gegeven symbolen reageert alleen de LDR (lichtgevoelige weerstand) op licht.
Antwoord A is dus het goede antwoord.

Examenvraag 3

In het schema zie je twee plaatsen waar het controlelampje getekend kan worden. In de opgave staat 'als het apparaat ingeschakeld is, brandt het lampje'. Als je het lampje links in het schema tekent, gaat het branden als je de stekker in het stopcontact steekt. Maar dan is het apparaat nog niet ingeschakeld, deze plaats is dus niet goed! Met de schakelaar schakel je het apparaat in. Het controlelampje kan dus alleen maar rechts in het schema worden getekend (afbeelding 80).

▶ afbeelding 80



Opgaven

examen 2013, eerste tijdvak

Elektrische fietsen

71 Elektrische fietsen zijn populair. Als je fietst, geeft een elektromotor je ondersteuning. De accu is in de fietstassen verwerkt.



▲ afbeelding 81

De volle accu heeft een capaciteit van 35 Ah.

> Een capaciteit van 35 Ah wil zeggen dat bij een stroomsterkte van 35 A een volle accu 1 uur energie kan leveren.

Bij een snelheid van 20 km/h levert de accu een stroomsterkte van 7 A.

1p → Hoelang kun je met deze snelheid fietsen?

- ☐ A 0,2 uur
- ☐ B 2,8 uur
- ☐ C 5,0 uur
- ☐ D 42 uur

72 De elektromotor werkt op een spanning van 36 V. Bij een snelheid van 20 km/h loopt er dan een stroom van 7 A door de motor.

2p → Bereken de weerstand van de motor bij die snelheid.

____

____

____

73 Van de accu loopt er maar één draad naar de motor. Je ziet twee zinnen over het elektrische circuit.

2p → Omcirkel in elke zin de juiste mogelijkheid/mogelijkheden.

De motor werkt alleen bij een [open / gesloten] stroomkring.

Het frame van de fiets moet een [geleider / isolator] zijn,

want de stroom moet door [het frame / de lucht / de weg] terug naar de accu lopen.

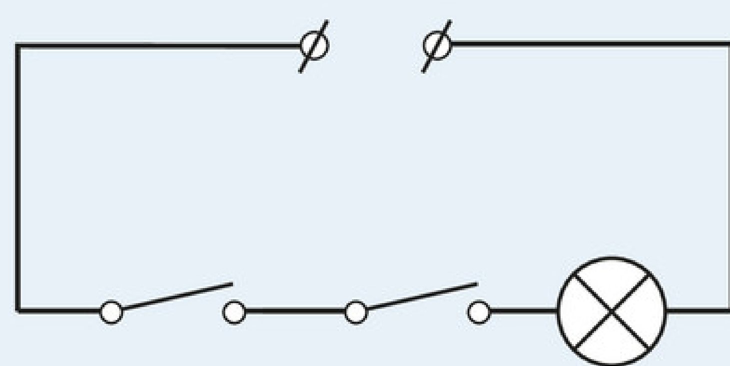
examen 2008, eerste tijdvak

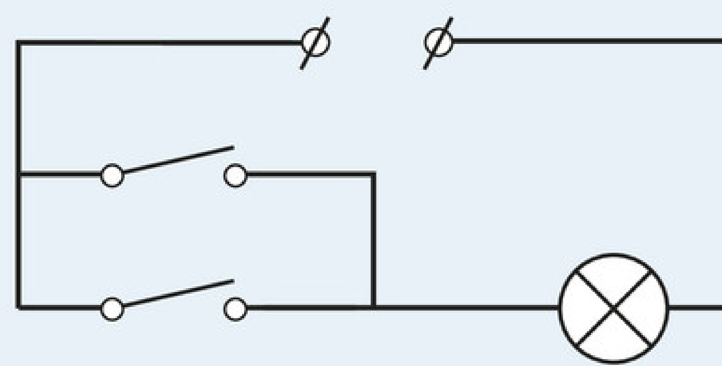
Lamp en schakelaars

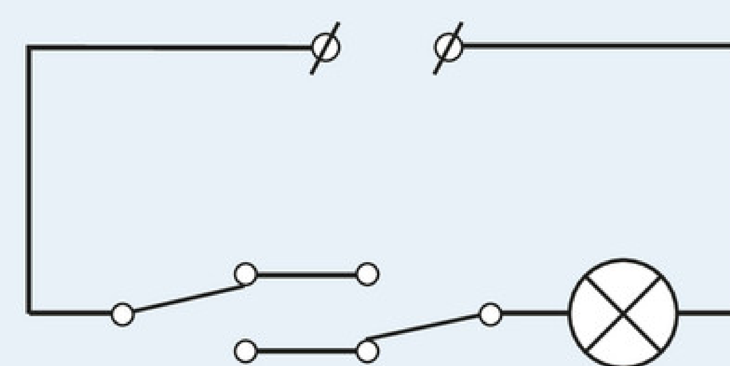
74 Een slaapkamerlamp wordt meestal bediend met twee schakelaars. Als je de lamp met de ene schakelaar inschakelt, kun je hem met de andere schakelaar weer uitschakelen.

2p → Volgens welk schema zijn de schakelaars en de lamp geschakeld (afbeelding 82)?

- ☐ A schema A
- ☐ B schema B
- ☐ C schema C







▲ afbeelding 82

examen 2009, eerste tijdvak

Winkelbel

75 Bij het binnenkomen van een winkel gaat er vaak een bel of gong. Je loopt door een lichtstraal, die onderbroken wordt. De eigenaar van de winkel weet dan dat er een klant binnenkomt. Op de ene deurpost zit een lampje en in de andere deurpost een ontvanger (afbeelding 83).



▲ afbeelding 83

1p → Welk elektrisch onderdeel zit er in de ontvanger?

- ☐ A led
- ☐ B LDR
- ☐ C NTC
- ☐ D spoel

7 Test jezelf

Waar / niet waar-vragen

Bewering	waar	niet waar
1 Een ampèremeter meet de spanning op een apparaat.		
2 Een voltmeter wordt altijd parallel geschakeld.		
3 Door een apparaat loopt geen stroom, het apparaat werkt nu niet.		
4 Een led is een soort weerstand.		
5 Een diode laat de stroom in beide richtingen door.		
6 Met een ohm-meter meet je weerstand.		
7 Wordt een NTC warmer, dan wordt zijn weerstand groter.		
8 Met de wet van Ohm kun je de weerstand berekenen.		
9 Valt op een LDR veel licht, dan is de weerstand van de LDR groot.		
10 Een LDR zorgt ervoor dat lampen automatisch in- en uitschakelen.		
11 Een rechte lijn in een stroom,spanning-diagram geeft aan dat de weerstand niet verandert.		
12 Een NTC is een halfgeleider.		
13 Een schakelaar wordt altijd parallel aangesloten.		
14 In een open stroomkring loopt stroom.		
15 Een transistor kan worden gebruikt als versterker.		
16 Een led wordt gebruikt om temperatuur te regelen.		
17 Een potmeter is een variabele weerstand.		
18 De stroom door een led meet je met een ampèremeter.		
19 Een led die is aangesloten op wisselspanning geeft geen licht.		
20 Een resistief touchscreen werkt met weerstanden.		

Examenvragen

1 Er zijn vriezers die temperaturen tot wel –85 °C kunnen bereiken. Deze worden voornamelijk gebruikt in een laboratorium. Van zo'n vriezer zijn enkele gegevens bekend.

technische beschrijving	
spanning lamp	230 V
vermogen pomp	700 W (0,7 kW)
buitenkant	roestvrij staal

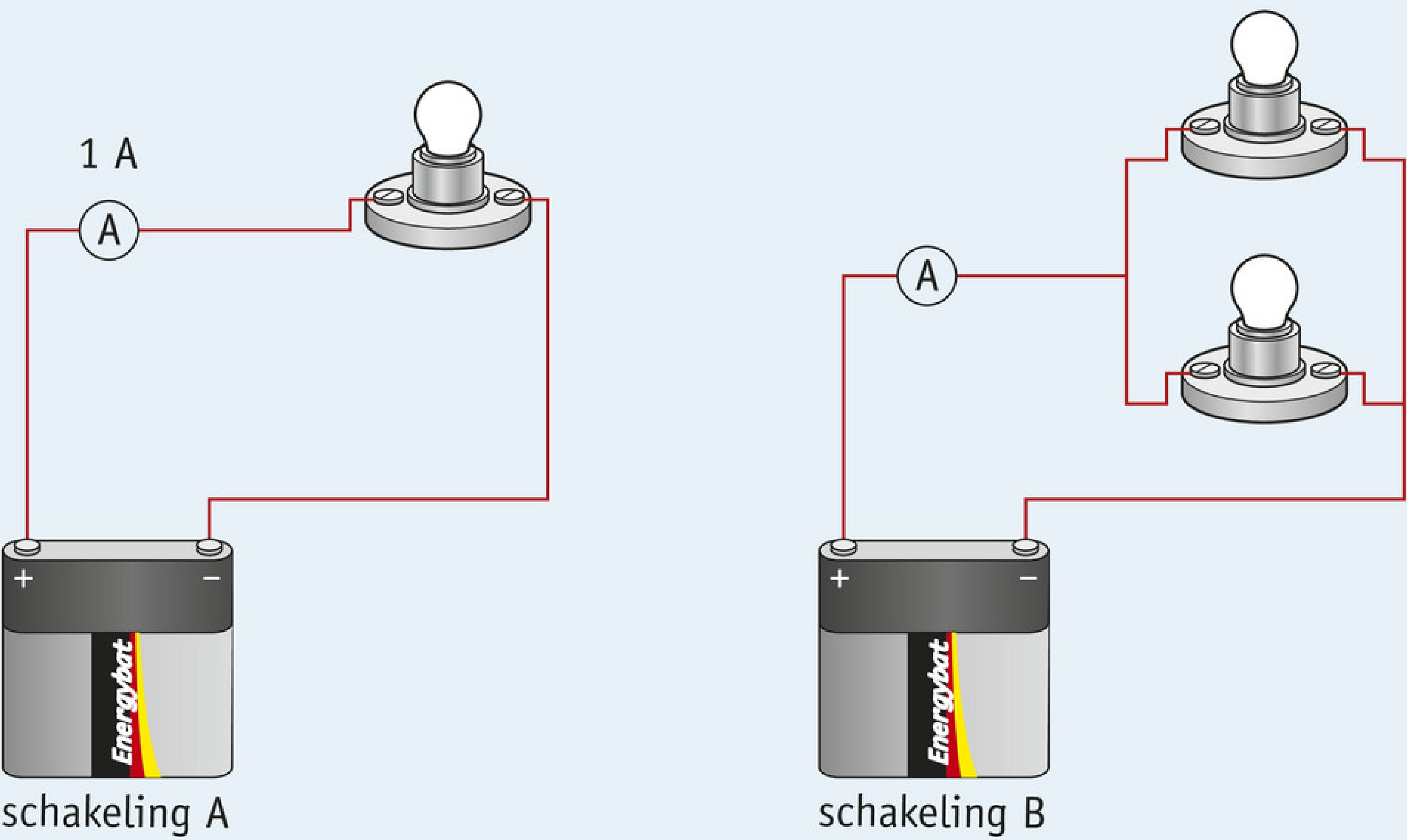
Bij het openen van de vriezer gaat er een lampje branden. Door de lamp gaat een stroom van 0,10 A.
Bereken de weerstand door de lamp.

Examen 2012, eerste tijdvak

2 Als de temperatuur in de vriezer te hoog wordt, gaat er een geluidssignaal af.
Welk onderdeel is daarom in het elektrische circuit ingebouwd?
- ☐ A diode
- ☐ B LDR
- ☐ C NTC
- ☐ D zekering

Examen 2012, eerste tijdvak

3 Bekijk de schakelingen in afbeelding 84. In beide schakelingen zijn de batterij en de lampjes hetzelfde.

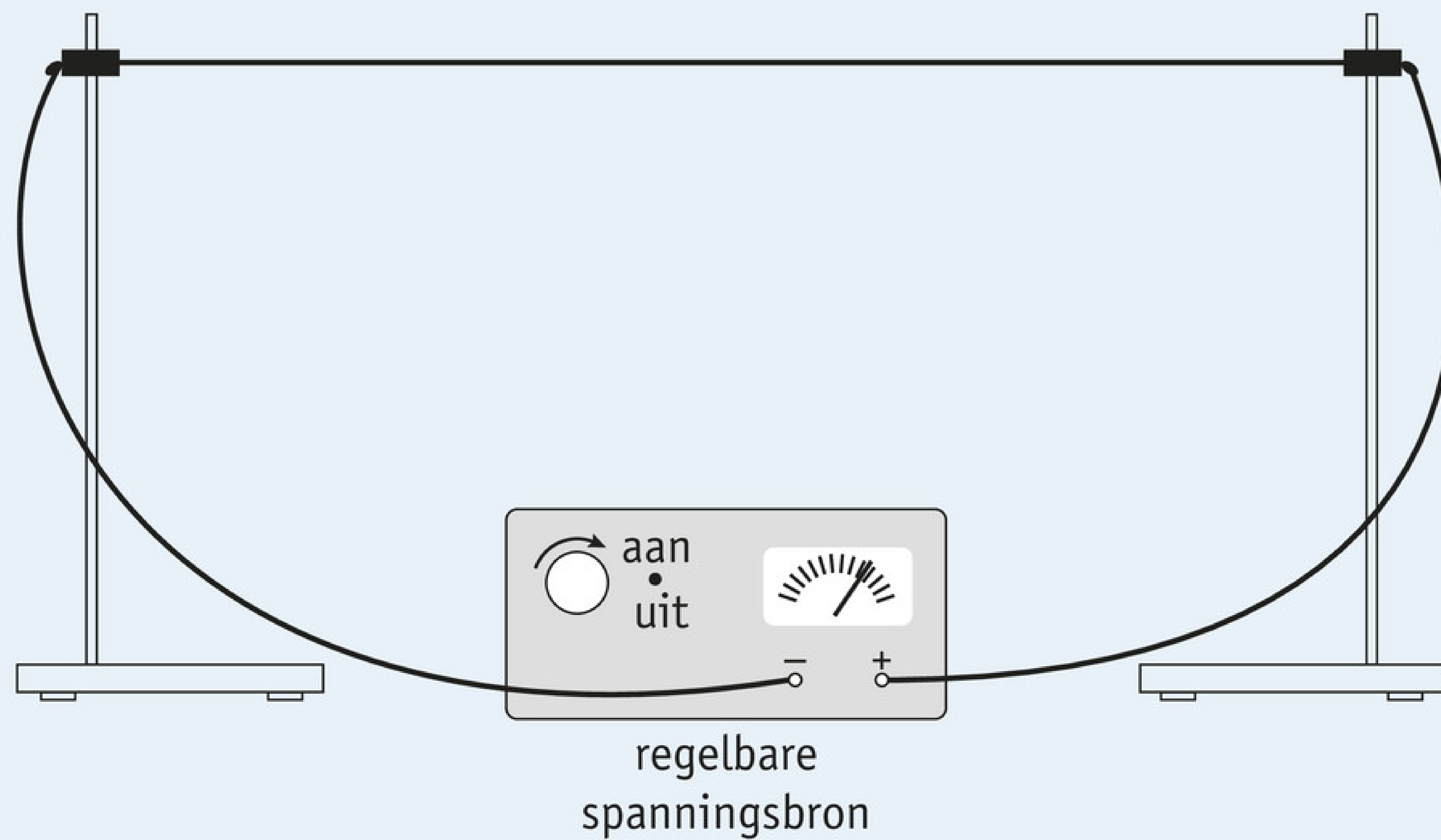


▲ afbeelding 84

Welke waarde zal de ampèremeter in schakeling B aanwijzen?
- ☐ A minder dan 1 A
- ☐ B precies 1 A
- ☐ C meer dan 1 A

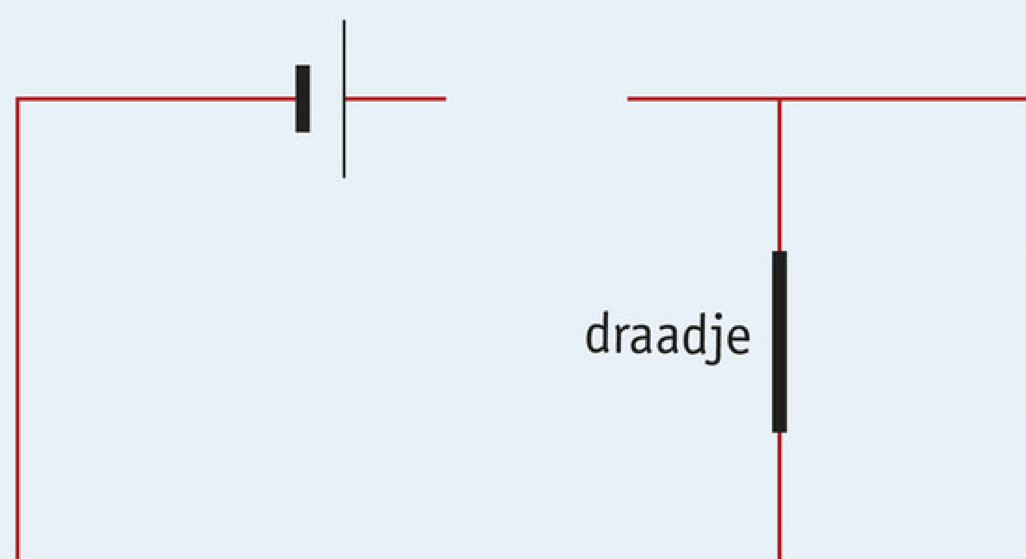
Examen 2009, eerste tijdvak

4 Bij een practicum meet Remco de spanning over en de stroomsterkte door een metaaldraad (afbeelding 85).



▲ afbeelding 85

Om de spanning en de stroomsterkte te meten, gebruikt hij de schakeling van het schema in afbeelding 86. In het schema zijn de plaatsen van de voltmeter en de ampèremeter opengelaten.
Teken in het schema de voltmeter en de ampèremeter op de juiste plaats. Gebruik de juiste symbolen.
Examen 2010, eerste tijdvak

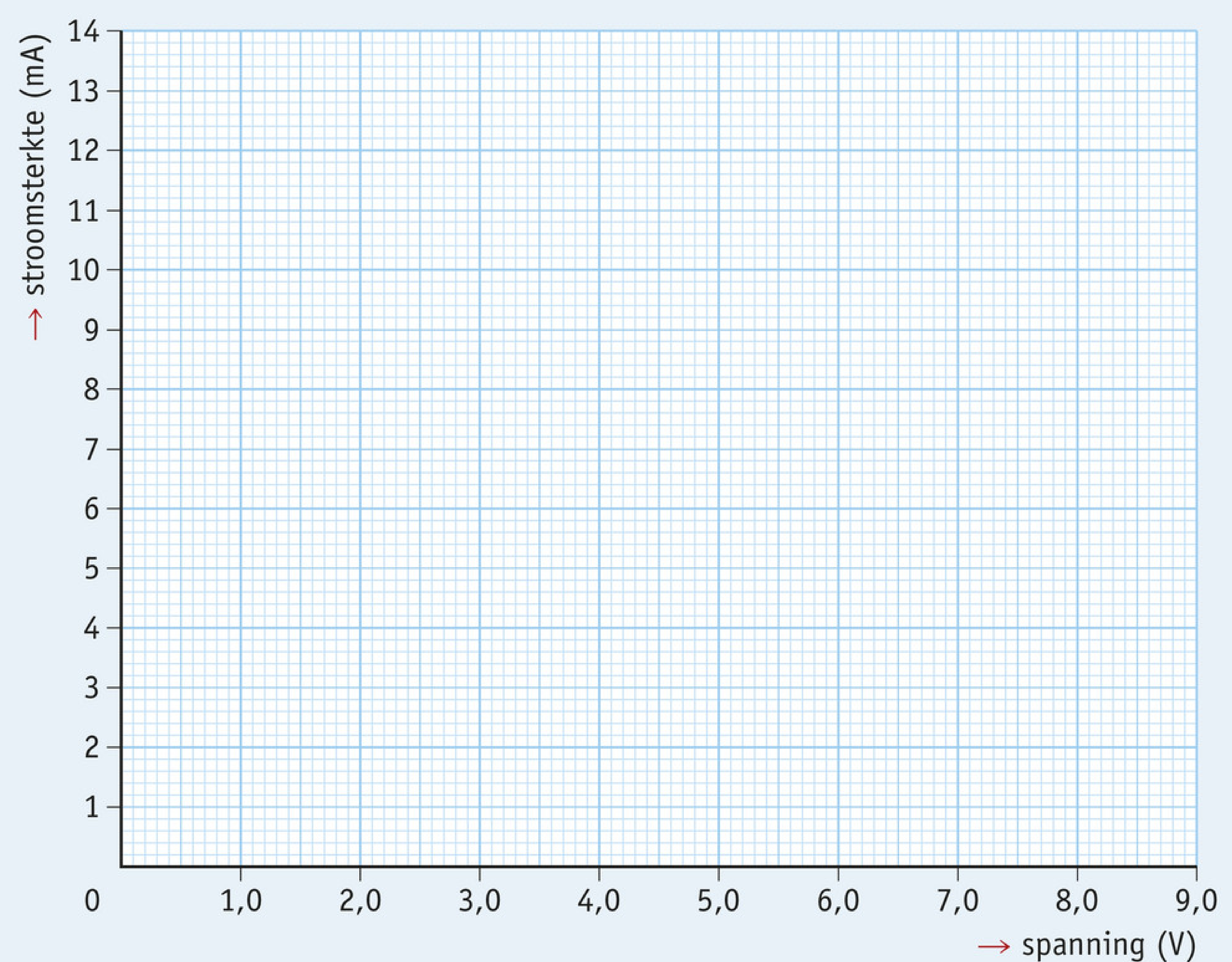


▲ afbeelding 86

5 Remco zet de metingen in tabel 5.
Teken de grafiek van de meting in het diagram van afbeelding 87.
Examen 2010, eerste tijdvak

▼ tabel 5

spanning (V)	stroomsterkte (mA)
1	1,8
2	3,6
3	5,4
4	7,2
5	8,8
6	10,3
7	11,6
8	12,7

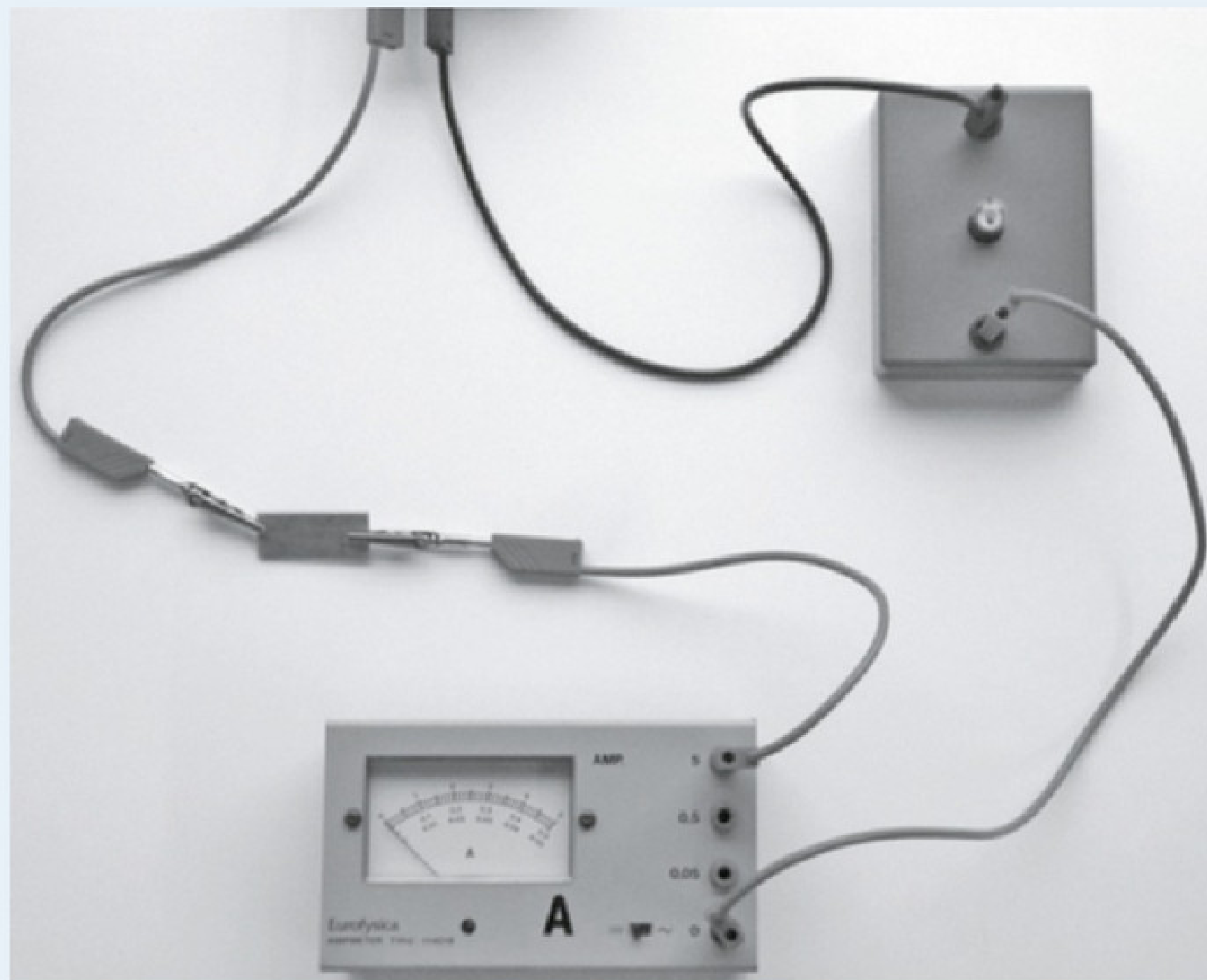


▲ afbeelding 87

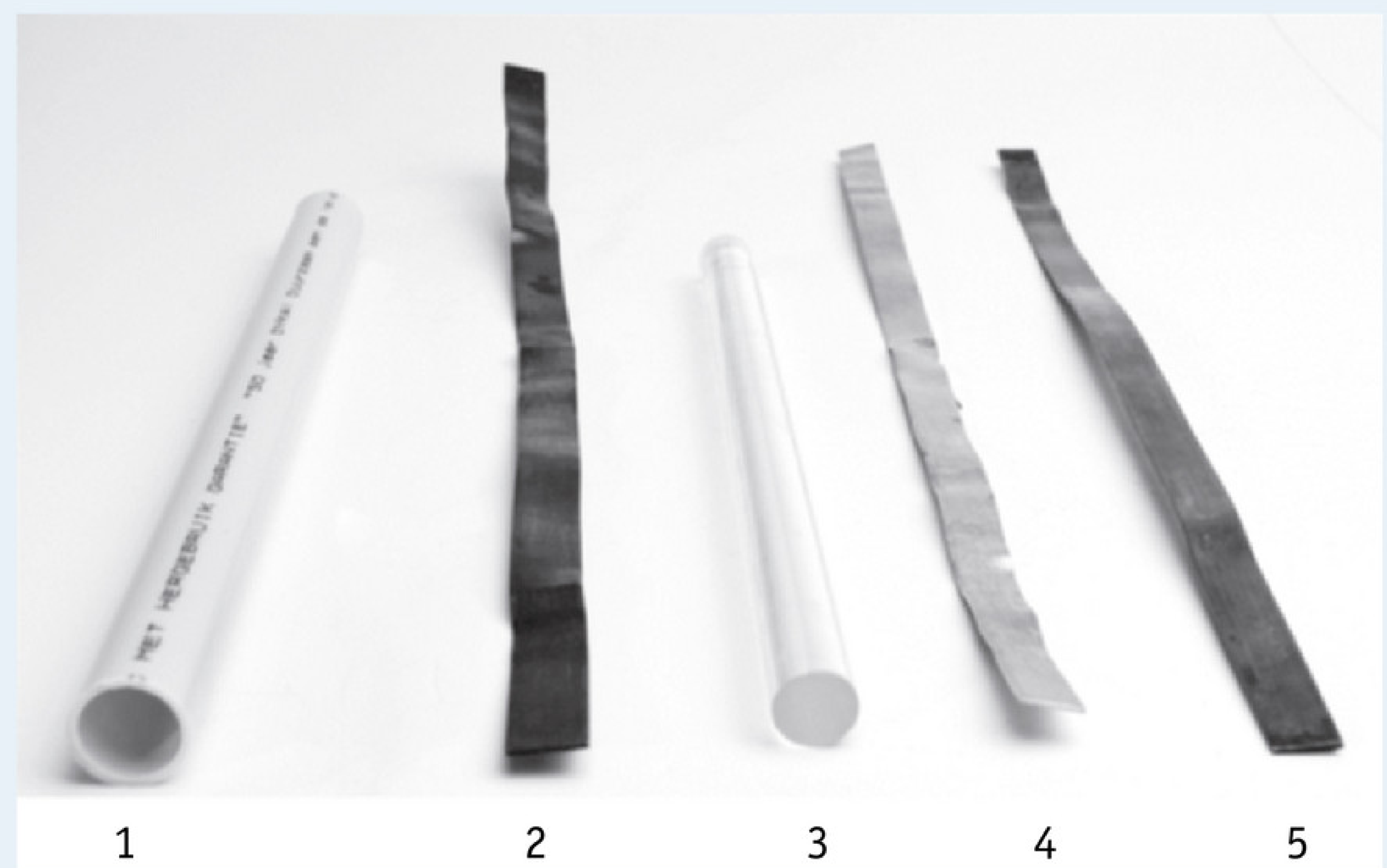
6 Bij een spanning van 4,0 V is de stroomsterkte 7,2 mA.
Bereken de weerstand van de draad bij deze spanning.

Examen 2010, eerste tijdvak

7 Je voert een proef uit over geleiders en isolatoren (afbeelding 88). Je onderzoekt vijf verschillende materialen (afbeelding 89).

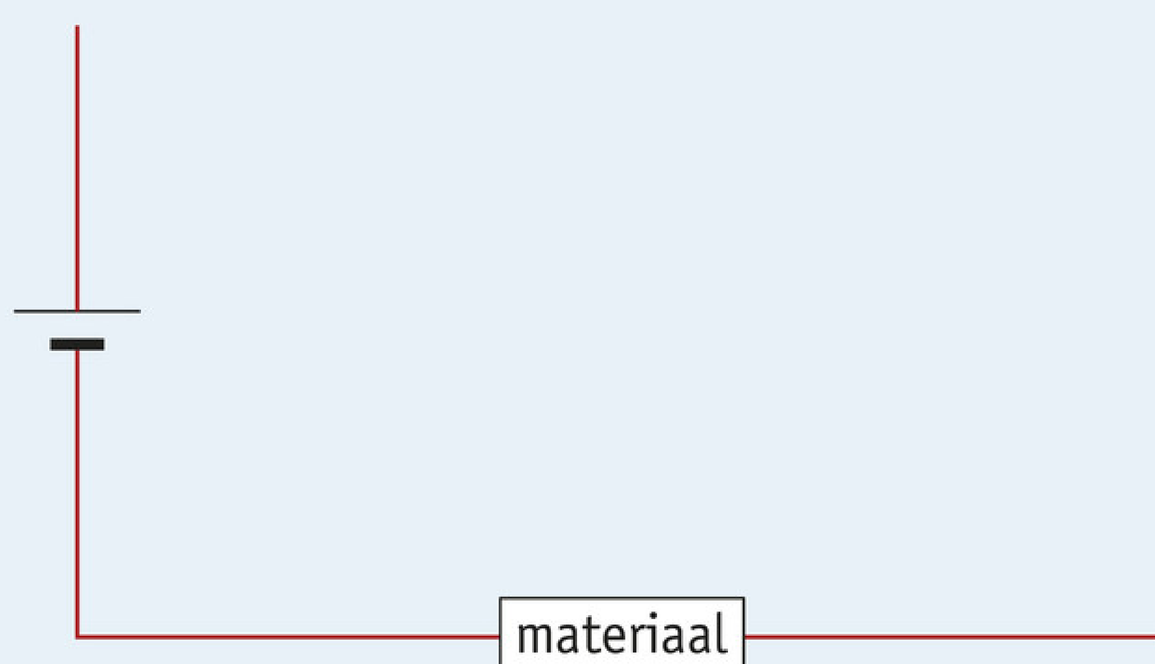


▲ afbeelding 88



▲ afbeelding 89

Je sluit elk materiaal aan en meet met een ampèremeter de stroom door de schakeling.
Je ziet een deel van het schakelschema van deze opstelling (afbeelding 90).
Maak het schakelschema compleet met lampje en ampèremeter.
Examen 2014, eerste tijdvak



▲ afbeelding 90

8 Je ziet een tabel met de vijf materialen.
Zet achter elk materiaal een kruisje in de juiste kolom in tabel 7.
Examen 2014, eerste tijdvak

▼ **tabel 7**

materiaal		lampje brandt wel	lampje brandt niet
1	pvc		
2	koper		
3	plexiglas		
4	aluminium		
5	messing		

9 In Binas staat in de tabel *Gegevens van enkele vaste stoffen* een kolom met de soortelijke weerstand. Hoe kleiner het getal, hoe beter de stof elektrische stroom geleidt.
Welke van de vijf onderzochte materialen is volgens die tabel de beste geleider?

___

Examen 2014, eerste tijdvak

10 Je vervangt een geleider door een geleider van hetzelfde materiaal, maar met een veel grotere lengte. De stroomsterkte die je dan meet is kleiner.
Omcirkel in elke zin de juiste mogelijkheid.

De aanwijzing van de ampèremeter is [even groot / groter / kleiner].

De weerstand van de langere geleider is [even groot als / groter dan / kleiner dan] de weerstand van de kortere geleider.

Examen 2014, eerste tijdvak



4 Energie

Inhoud

Startvraag

Warmte is een vorm van energie. Schrijf vijf dingen op die niet kunnen zonder warmte.

____

____

____

____

____

1 Elektrische energie

Om elektrische energie te gebruiken, steek je een stekker in het stopcontact. Met elektriciteit kun je iets verwarmen.

Warmte

Warmte is een vorm van energie. Een andere naam voor warmte is **thermische energie**. Mensen gebruiken dagelijks warmte. Bijvoorbeeld voor eten koken, verwarming in huis, lassen en solderen, enzovoort. Warmte wordt gemaakt door een **warmtebron**.

Sommige warmtebronnen werken op elektriciteit. Deze warmtebronnen sluit je aan door een stekker in het stopcontact te steken. Voorbeelden van elektrische warmtebronnen zijn:
- elektrische kookplaat
- elektrische radiator
- föhn
- soldeerbout
- dompelaar

Energie-omzetting

In een elektrische warmtebron zit een draad. Als er stroom door die draad loopt, wordt deze warm en gaat hij gloeien. De **elektrische energie** wordt dan omgezet in thermische energie. Je kunt deze **energie-omzetting** in een schema zetten:

elektrische energie → thermische energie

De pijl (→) betekent: 'wordt omgezet in'.

Opgaven

1 Hoe noem je een apparaat dat warmte maakt?

____

2 In de tekst staan voorbeelden van elektrische warmtebronnen. Schrijf nog drie elektrische warmtebronnen op.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

3 Wat is een andere naam voor warmte?

____

4 Waarvoor gebruiken mensen dagelijks energie?
Schrijf vier voorbeelden op.

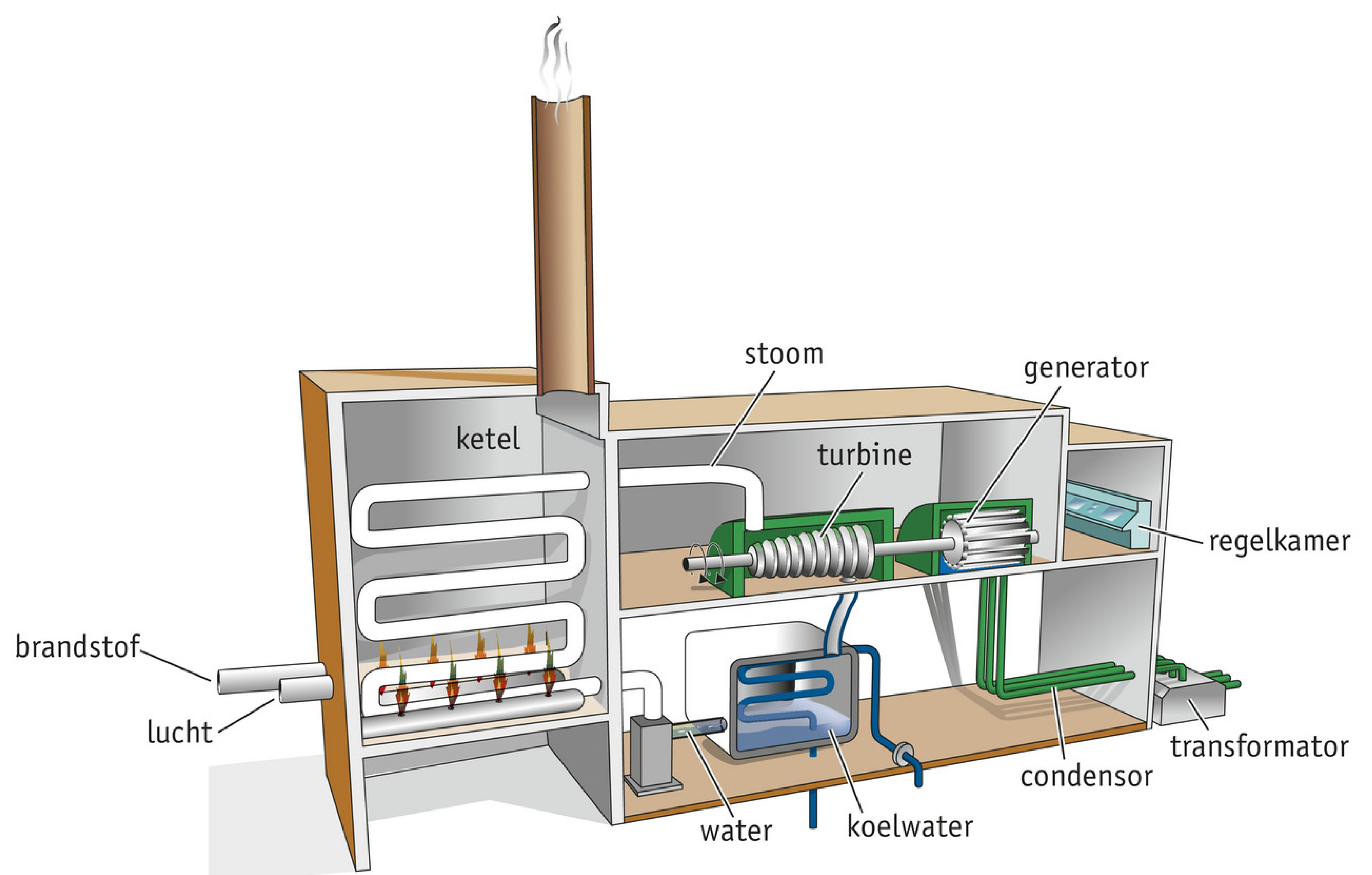
– ____
– ____
– ____
– ____

5 Schrijf in een schema: de energie-omzetting van elektrische energie naar warmte.

____

Elektriciteit opwekken

Elektrische energie wordt opgewekt in een elektriciteits-centrale (afbeelding 1).



▶ **afbeelding 1**
schema van een elektriciteits-centrale

In een elektriciteits-centrale verbrandt een fossiele brandstof, bijvoorbeeld aardgas, aardolie of steenkool. Bij de verbranding komt warmte vrij, waarmee water wordt verwarmd. Het water verandert in stoom. De stoom blaast met kracht tegen de schoepen van een **turbine**, waardoor deze gaat draaien. De turbine is verbonden met een **generator**. De generator gaat ook draaien. De draaiende generator wekt elektrische energie op.

Bij de verbranding van fossiele brandstoffen komen rookgassen vrij. Rookgassen zijn schadelijk voor het milieu. De schadelijke stoffen in rookgassen zijn:
- zwavelgassen
- stikstofgassen
- koolstofdioxide

Door zwavelgassen en stikstofgassen ontstaat zure regen. Door meer koolstofdioxide in de lucht wordt het warmer op aarde. Dit heet het **broeikaseffect**.

Opgaven

6 Waar wordt de elektrische energie voor het stopcontact opgewekt?
- ☐ A in een batterij
- ☐ B in een elektriciteits-centrale
- ☐ C in een stopcontact
- ☐ D in een turbine

7 In een elektriciteits-centrale worden fossiele brandstoffen verbrand. Schrijf drie fossiele brandstoffen op.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

8 Welke drie schadelijke stoffen zitten in rookgassen?

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

9 Welke twee stoffen veroorzaken zure regen?
- ☐ A koolstofdioxide en stikstofgassen
- ☐ B koolstofdioxide en zwavelgassen
- ☐ C stikstofgassen en zwavelgassen

10 Door het broeikaseffect wordt het op aarde KOUDER / WARMER.

11 Waardoor wordt de generator in een elektriciteits-centrale aan het draaien gebracht?
- ☐ A door de condensor
- ☐ B door de ketel
- ☐ C door de transformator
- ☐ D door de turbine

12 Waardoor gaat de turbine draaien? Gebruik de woorden: *kracht – schoepen – stoom*.

Door de ______________ waarmee de ______________ tegen de ______________ blaast.

Duurzame energiebronnen

Sommige elektriciteits-centrales mengen de fossiele brandstof met **biomassa**. Biomassa is afval van planten en mest van dieren. Als biomassa verbrandt, komen er minder schadelijke stoffen vrij dan bij verbranding van fossiele brandstof. Biomassa is daardoor minder slecht voor het milieu.

Biomassa is een voorbeeld van een **duurzame energiebron**. Een duurzame energiebron raakt niet op en is minder schadelijk voor het milieu. Andere voorbeelden van duurzame energiebronnen zijn:

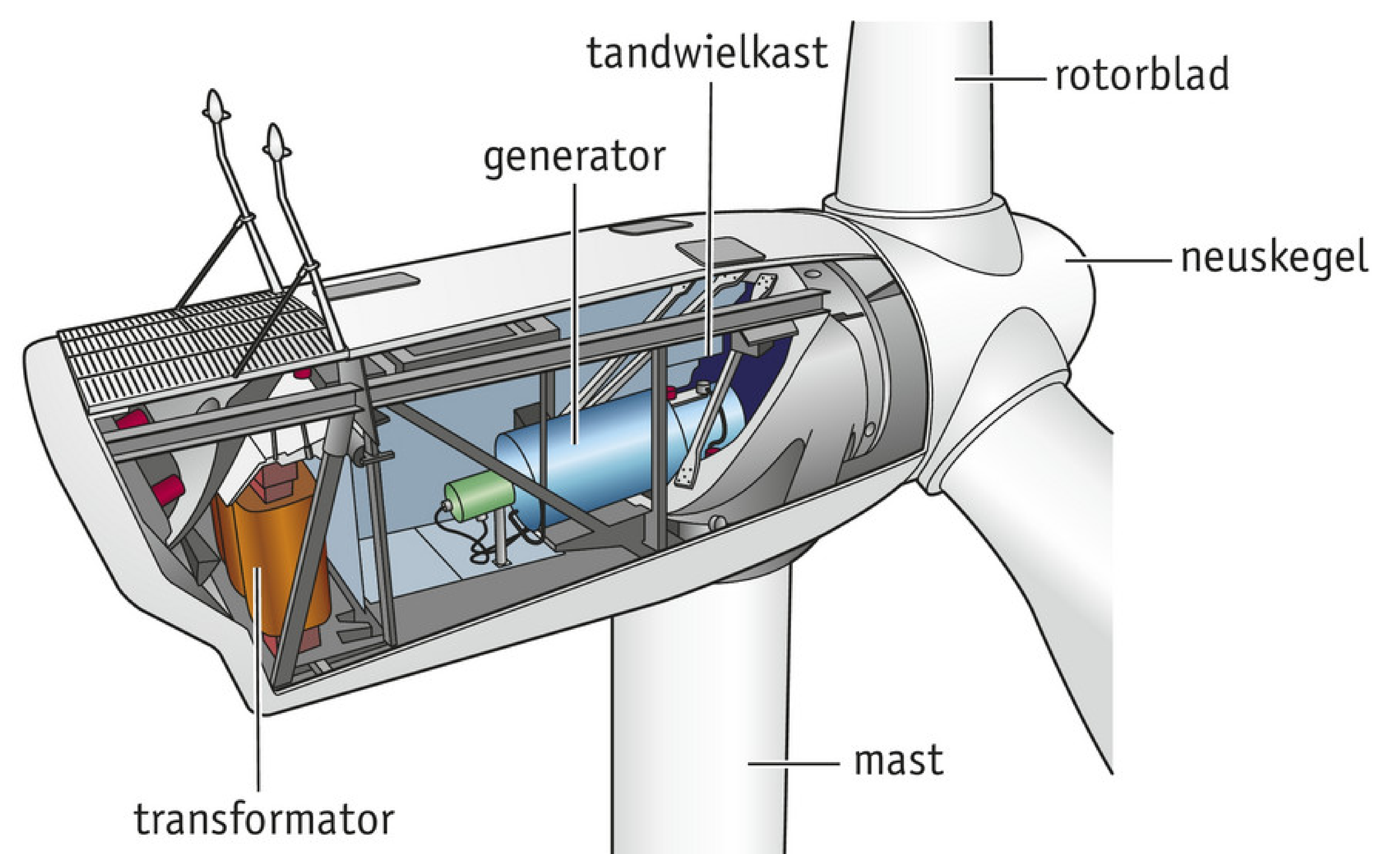
- wind: bewegingsenergie van de wind (afbeelding 2)
- water: bewegingsenergie van water (afbeelding 3)
- zon: licht en thermische energie van de zon (afbeelding 4)

Met wind, water en zon kun je elektrische energie opwekken. Elektrische energie die is opgewekt met duurzame energiebronnen noem je **groene stroom**.

▼ **afbeelding 2**
windturbine



ⓐ

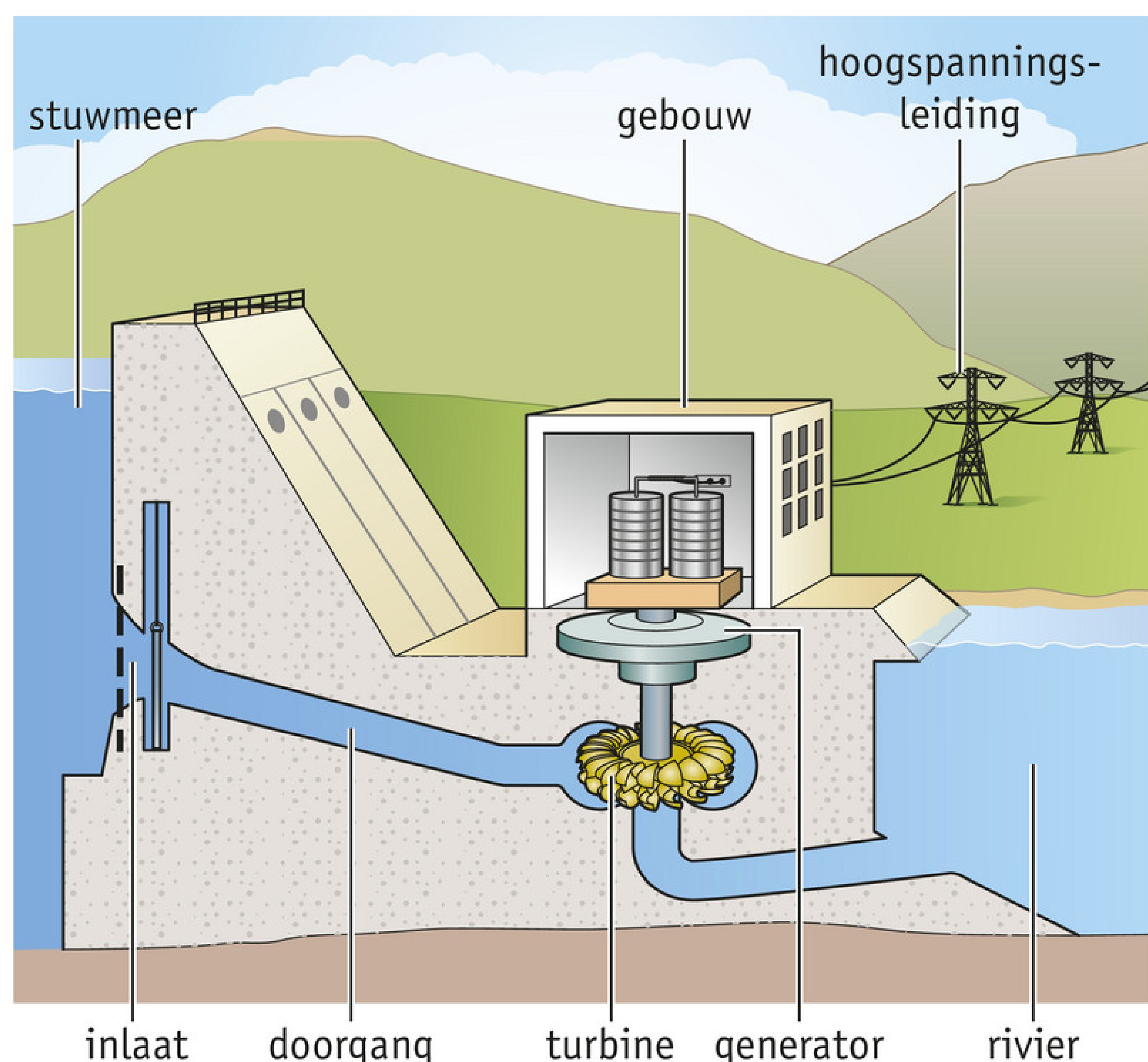


ⓑ

▼ **afbeelding 3**
waterkrachtcentrale

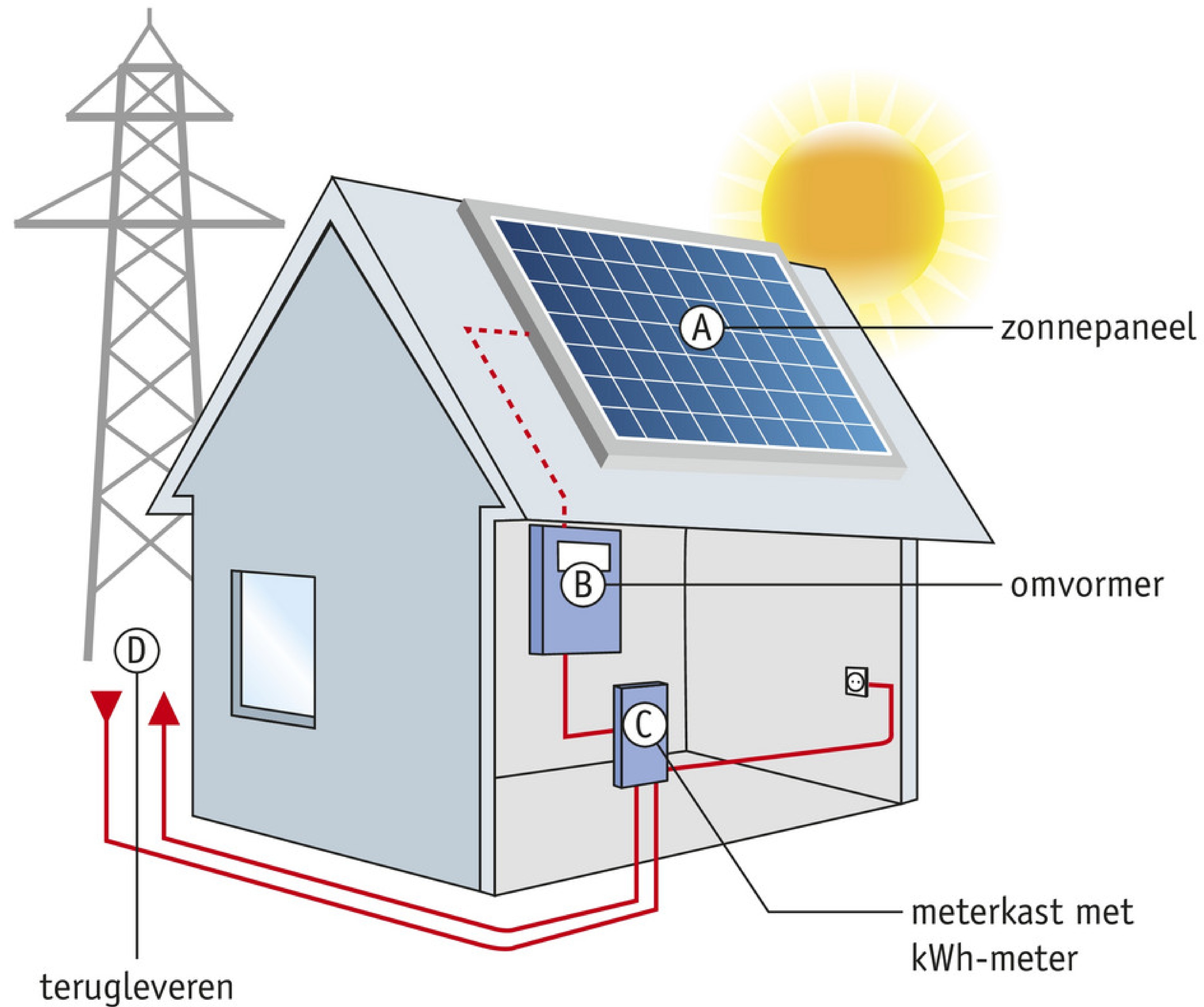


ⓐ



ⓑ





ⓐ ⓑ

▲ **afbeelding 4**
zonnepanelen

Opgaven

13 Biomassa is WEL / NIET een voorbeeld van een duurzame energiebron.

14 Als biomassa verbrandt, komen er MEER / MINDER schadelijke stoffen vrij dan bij verbranding van fossiele brandstof.

15 Schrijf twee voordelen op van een duurzame energiebron.

– Een duurzame energiebron ______________________________.

– Een duurzame energiebron ______________________________.

16 Met wind, water en zon kun je elektrische energie opwekken.
Hoe noem je deze energiebronnen?

____

17 Wat wordt bedoeld met groene stroom?

____

____

18 Maak het schema van de energie-omzetting in een windturbine af.

bewegingsenergie (wind) → ______________________________

19 Schrijf het schema van de energie-omzetting in een waterkrachtcentrale op.

____

20 Schrijf het schema van de energie-omzetting in een zonnepaneel op.

____

Onthouden!

Een andere naam voor warmte is thermische energie.
Thermische energie wordt gemaakt door een warmtebron.
Een elektrische warmtebron zet elektrische energie om in thermische energie.
In een elektriciteits-centrale wordt elektrische energie opgewekt.
Duurzame energiebronnen raken niet op en zijn minder schadelijk voor het milieu.
Voorbeelden van duurzame energiebronnen zijn:

- wind
- water
- zon

Elektrische energie die is opgewekt met duurzame energiebronnen heet groene stroom.
Door koolstofdioxide ontstaat het broeikaseffect.
Door zwavelgassen en stikstofgassen ontstaat zure regen.

2 Brandstoffen

Om warmte te krijgen moet je energie omzetten in een andere vorm van energie. Dat gebeurt bij verbranding.

Brandstoffen

In sommige warmtebronnen verbrandt een brandstof, zoals hout, gas, olie of kolen. Bijvoorbeeld:
- een gaskachel (gas)
- een verwarmingsketel (gas)
- een kampvuur (hout)
- een theelicht (paraffine)

Brandstof verbranden is een chemische reactie. Bij deze reactie ontstaat thermische energie.

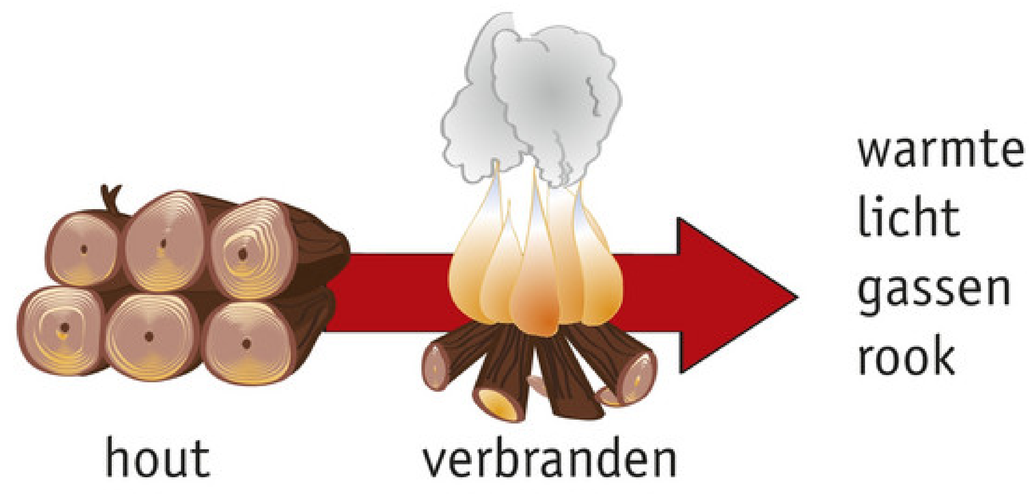
Bedrijven en fabrieken gebruiken veel warmte, bijvoorbeeld de hoogovens (afbeelding 5). In een hoogoven wordt ijzererts gesmolten bij een temperatuur van ongeveer 2300 °C. Door een chemische reactie verandert het ijzererts in ruwijzer. Van ruwijzer wordt staal gemaakt (afbeelding 6). De brandstof voor een hoogoven is cokes. Cokes wordt gemaakt uit steenkool.



▲ **afbeelding 5**
de hoogovens van Tata Steel in IJmuiden



▲ **afbeelding 6**
staal maken uit ruwijzer



▲ **afbeelding 7**
chemische energie omzetten in thermische energie (warmte)

Verbranding

Bij verbranding van een brandstof komt warmte vrij en er ontstaan nieuwe stoffen. Een voorbeeld is de verbranding van hout (afbeelding 7). In hout zit energie. Die energie komt vrij bij verbranding. Verbranding is een chemische reactie. De energie in hout noem je daarom **chemische energie**.

In alle brandstoffen zit chemische energie. Bij **verbranding** wordt de chemische energie in een brandstof omgezet in thermische energie (warmte). Deze energie-omzetting kun je in een schema zetten:

chemische energie → thermische energie

▶ **afbeelding 8**
brandstoffen



Opgaven

21 Welke brandstof gebruikt een hoogoven?

___

22 Vul de ontbrekende woorden in.
Kies uit: *chemische reactie – ijzererts – ruwijzer – staal.*

In een hoogoven wordt ___ gesmolten bij een temperatuur van ongeveer 2300 °C. Door een ___ verandert het ijzererts in ___. Van ruwijzer wordt ___ gemaakt.

23 Verbranding is een CHEMISCHE / NATUURKUNDIGE reactie.

24 Welk soort energie zit in brandstof?

____

25 Schrijf de energie-omzetting van verbranding in een schema.

____

26 Bekijk de afbeeldingen 9 tot en met 12. In elke afbeelding zie je voorbeelden van energie-omzettingen.
Schrijf naast de afbeeldingen de energie-omzetting in woorden. Afbeelding 9 is al voorgedaan.



chemische energie → warmte en licht

◀ **afbeelding 9**
een gasvlam



____

◀ **afbeelding 10**
een brandende kaars



____

◀ **afbeelding 11**
een strijkijzer



____

◀ **afbeelding 12**
een waterkoker

27 In tabel 1 staan negen brandstoffen.
Kruis bij elke brandstof de goede fase aan.

▼ **tabel 1** In welke fase komt de brandstof voor?

brandstof	vast	vloeibaar	gasvormig
hout			
aardgas			
steenkool			
benzine			
stookolie			
cokes			
butaangas			
spiritus			
houtskool			

Verbrandingswarmte

1 joule = 1 J
1000 J = 1 kJ (kilojoule)
1 000 000 J = 1 MJ (megajoule)

Brandstoffen geven niet allemaal evenveel warmte als ze verbranden. Sommige brandstoffen geven bij verbranding meer warmte dan andere. **Verbrandingswarmte** is de hoeveelheid energie die vrijkomt bij verbranding van 1 gram van een stof. De hoeveelheid energie geef je aan in **joule** (J). De verbrandingswarmte geef je aan in joule per gram (J/g).

De verbrandingswarmte van verschillende stoffen staat in tabel 16 van je Binas. Bijvoorbeeld: bij de volledige verbranding van 1 gram hout komt 16 000 joule warmte vrij. De verbrandingswarmte van hout is 16 000 J/g. Dat is 16 kJ/g (kilojoule per gram).

Voorbeeld 1
Hoeveel energie komt er vrij als je 2 kg hout verbrandt?

De verbrandingswarmte van hout is 16 000 J/g (Binas tabel 16).
2 kg hout = 2000 g hout
Als je 1 gram verbrandt, komt 16 000 joule energie vrij.

Als je 2000 g hout verbrandt, komt vrij:
2000 g × 16 000 J/g = 32 000 000 J

Reken dit grote getal om naar kJ:
32 000 000 : 1000 = 32 000 kJ

Of reken om naar MJ:
32 000 000 : 1 000 000 = 32 MJ

Hoe je moet omrekenen, staat in tabel 3 van je Binas (*Vermenigvuldigingsfactoren*).
Schrijf het antwoord in zo weinig mogelijk cijfers op. Je moet dus omrekenen naar kJ of naar MJ.

Niet alle brandstoffen zijn een vaste stof. Denk maar aan aardgas of benzine. Bij gassen en vloeistoffen is de verbrandingswarmte gegeven in joule per cm^3.

- De verbrandingswarmte van aardgas is 32 J/cm^3. Als je 1 cm^3 aardgas verbrandt, krijg je 32 joule warmte.
- De verbrandingswarmte van benzine is 33 000 J/cm^3. Als je 1 cm^3 benzine verbrandt, krijg je 33 000 joule warmte.

Voorbeeld 2
Je tankt 6 liter benzine in je scooter.
Hoeveel energie zit in die 6 liter benzine?

De verbrandingswarmte van benzine is 33 000 J/cm^3.
Dus in 1 cm^3 benzine zit 33 000 J energie.

Reken eerst 6 liter om naar cm^3:
1 liter = 1000 cm^3
6 liter = 6 × 1000 = 6000 cm^3

In 6000 cm^3 benzine zit:
6000 × 33 000 = 198 000 000 J

Reken dit grote getal om naar MJ:
198 000 000 : 1 000 000 = 198 MJ

Opgaven

28 Leveren alle brandstoffen evenveel energie als je ze verbrandt? Leg je antwoord uit.

JA / NEE, want ______________________________

____

29 Petra en Jules gaan gourmetten. Als warmtebron gebruiken ze een spiritus-brander.
Hoeveel energie zit er in 1 cm^3 spiritus?

____

30 De brander van het gourmetstel verbruikt tijdens het gourmetten 75 cm^3 spiritus.
Hoeveel energie zit er in 75 cm^3 spiritus?

____

31 Reken 1 350 000 J om naar kJ en MJ.

a 1 350 000 J : 1000 = ____________ kJ

b 1 350 000 J : 1 000 000 = ____________ MJ

32 Jordi gaat benzine tanken voor zijn scooter.

In 1 cm^3 benzine zit _______________ J energie.

33 Jordi tankt 5 liter benzine in de scooter.
Bereken hoeveel energie in 5 liter benzine zit.

a 5 liter benzine is 5 × 1000 = _______________ cm^3.

b In 5 liter benzine zit ____
energie.

34 Reken het antwoord van vraag 33 om naar MJ.

__________________________ : 1 000 000 = ______________ MJ

35 Bij een groot kampvuur wordt 300 kg hout opgestookt.
Bereken hoeveel energie in die 300 kg hout zit.

300 kg is 300 × 1000 = __________________ g hout.

In 1 g hout zit __________________ J energie.

In 300 kg hout zit ____________________________ × ____________________________

= ____________________________ J energie.

36 Reken het antwoord van vraag 35 om in MJ.

_____________________________ : 1 000 000 = _____________________________ MJ

37 Vul tabel 2, 3 en 4 in. Gebruik je Binas. Een rij van tabel 2 is voorgedaan.

1 kg = 1000 g
1 liter = 1000 cm^3
1 m^3 = 1 000 000 cm^3
Voor het omrekenen kun je ook de tabel *Vermenigvuldigingsfactoren* (tabel 3 in Binas) gebruiken.

▼ **tabel 2** verbrandingswarmte van vaste brandstoffen

vaste brandstof	massa in gram	verbrandingswarmte	hoeveelheid warmte (J)	hoeveelheid warmte (MJ)
3 kg hout	3000	16 000 J/g	48 000 000	48
10 kg steenkool	10 000			

▼ **tabel 3** verbrandingswarmte van vloeibare brandstoffen

vloeibare brandstof	hoeveelheid in cm^3	verbrandingswarmte	hoeveelheid warmte (J)	hoeveelheid warmte (MJ)
50 liter dieselolie				
1 liter petroleum				
30 liter benzine				

▼ **tabel 4** verbrandingswarmte van gasvormige brandstoffen

gasvormige brandstof	hoeveelheid in cm^3	verbrandingswarmte	hoeveelheid warmte (J)	hoeveelheid warmte (MJ)
1 m^3 aardgas				
20 liter butaan				
2 m^3 waterstof				

Onthouden!

Verbranden is een chemische reactie.
In brandstoffen zit chemische energie.
Bij verbranding wordt chemische energie omgezet in thermische energie (warmte).
De hoeveelheid energie geef je aan in joule (J).

De verbrandingswarmte is de hoeveelheid energie die vrijkomt bij verbranding van een stof.
De verbrandingswarmte is gegeven in J/g bij vaste stoffen.
De verbrandingswarmte is gegeven in J/cm^3 bij vloeistoffen en gassen.

3 De centrale verwarming

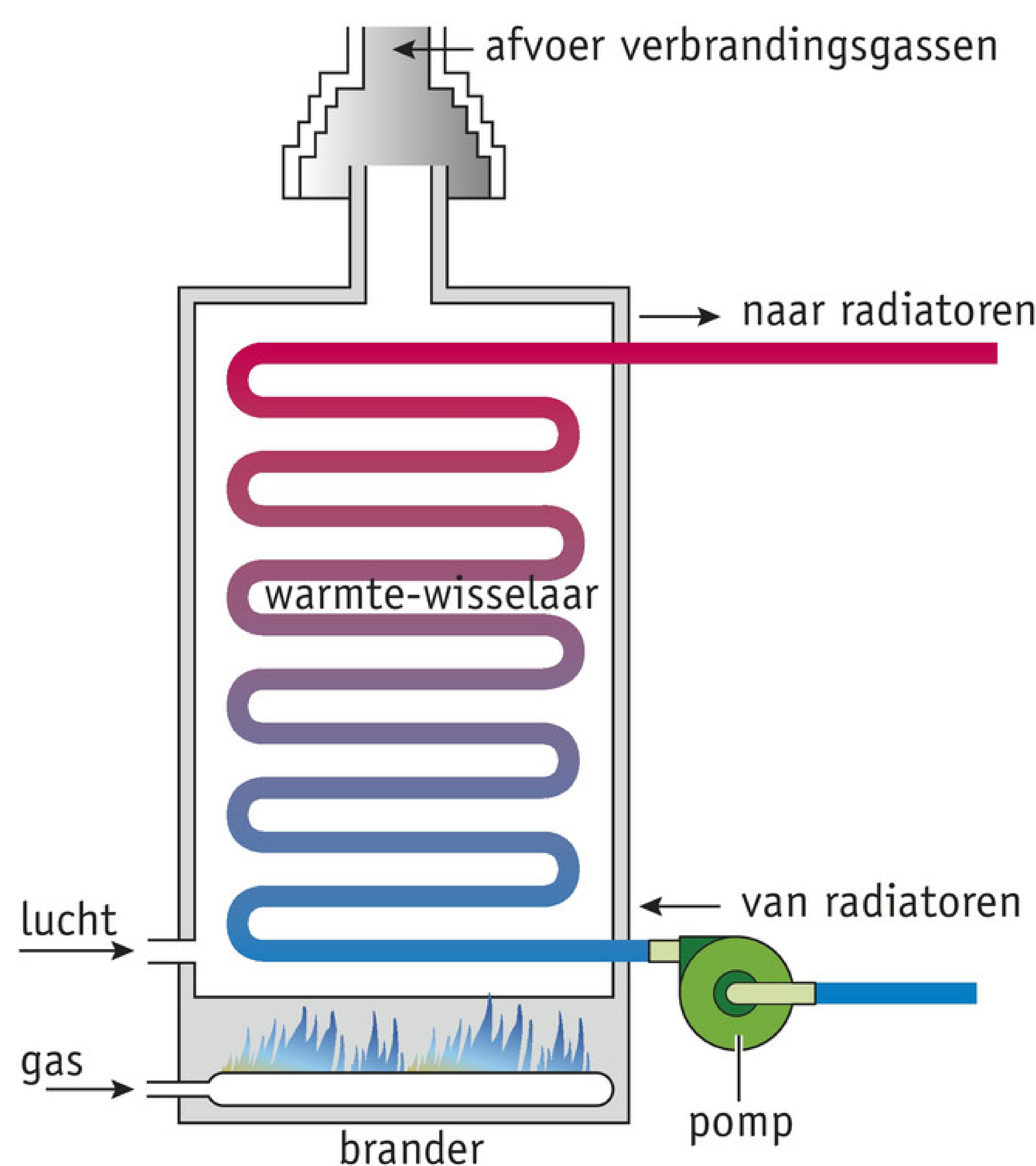
In veel huizen is de warmte afkomstig van de centrale verwarming (cv). Ook warm water voor de badkamer en de keuken komt van de cv.

De verwarmingsketel

In afbeelding 13a zie je een **verwarmingsketel** of **cv-ketel**. In een cv-ketel wordt aardgas verbrand. Met de warmte van de verbranding wordt water verwarmd. De pomp zorgt ervoor dat het warme water naar de radiatoren in de kamers van het huis stroomt. Op deze manier verwarmt de cv het hele huis.



(a) een cv-ketel



(b) schema van de cv-ketel

▲ afbeelding 13

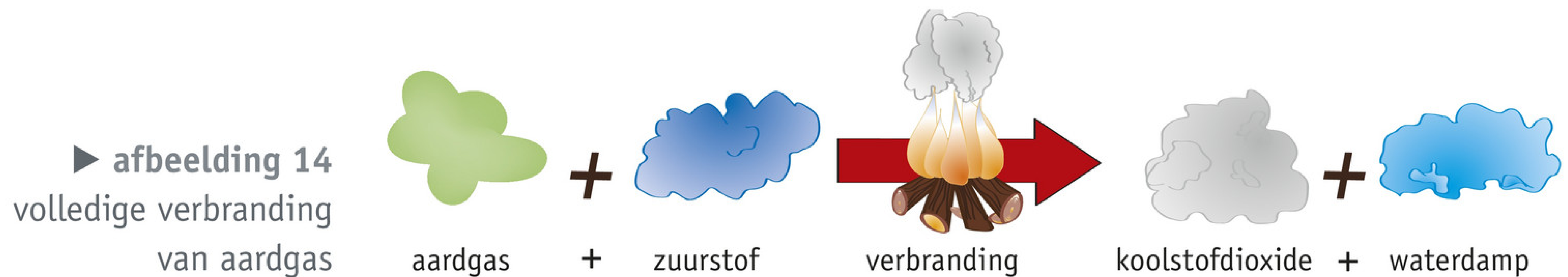
De cv-ketel is aangesloten op de gasleiding. Door een aparte pijp komt verse lucht in de ketel. In de verse lucht zit de zuurstof die nodig is voor de verbranding. Door de verbranding ontstaan verbrandingsgassen. Boven de cv-ketel zit een afvoerkanaal voor de verbrandingsgassen. De cv-ketel is ook aangesloten op het stopcontact, want de pomp werkt op stroom en de besturing is elektronisch.

In de cv-ketel verbrandt aardgas. Hierbij ontstaan hete verbrandingsgassen. Deze gassen stromen door een **warmtewisselaar**. In de warmtewisselaar komt koud water uit de radiatoren binnen. Het water wordt verwarmd met de thermische energie uit de verbrandingsgassen. Warm water wordt naar de radiatoren gepompt.

Volledige verbranding

Voor verbranding is zuurstof nodig. De zuurstof voor de verbranding in een cv-ketel komt uit de lucht.
In de ketel wordt de lucht gemengd met aardgas. Alleen als de samenstelling van het mengsel precies goed is, vindt **volledige verbranding** plaats. Bij een volledige verbranding van aardgas ontstaan de gassen koolstofdioxide en waterdamp.

De volledige verbranding van aardgas ziet er zo uit:



▶ **afbeelding 14**
volledige verbranding van aardgas

De volledige verbranding van aardgas is een chemische reactie. Een chemische reactie kun je opschrijven in een schema. Zo'n schema heet een **reactieschema**:



Koolstofdioxide kun je niet zien en niet ruiken. Om toch te weten of er koolstofdioxide is, gebruik je **kalkwater**. Helder kalkwater wordt troebel en wit door koolstofdioxide.
Waterdamp kun je ook niet zien. Om toch te weten of er waterdamp is, gebruik je **wit kopersulfaat**. Wit kopersulfaat wordt blauw als er water bij komt.
In het kopersulfaat en in het kalkwater vinden chemische reacties plaats.

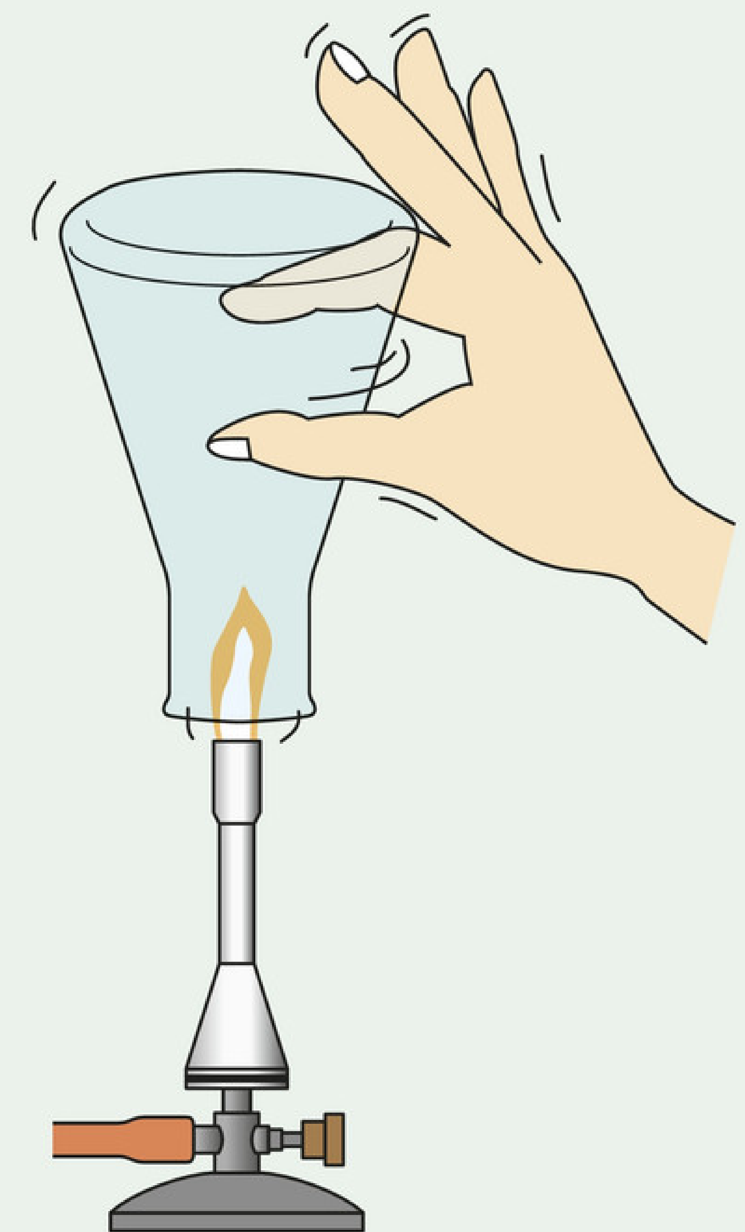
Proef 1 Waterdamp en koolstofdioxide aantonen

Wat je nodig hebt

- ☐ 2 droge erlenmeyers van 250 mL
- ☐ 1 brander
- ☐ 1 rubber stop
- ☐ 1 spatel
- ☐ 1 reageerbuisrek
- ☐ 1 reageerbuis half gevuld met helder kalkwater
- ☐ 1 doosje lucifers
- ☐ 1 potje wit kopersulfaat

Uitvoering

- Maak de brander aan.
- Stel de brander af met een kleine, stille blauwe vlam.
- Pak een erlenmeyer.
- Houd de erlenmeyer, met de opening naar beneden, boven de vlam (afbeelding 15).
- Wacht tot de erlenmeyer aan de binnenkant beslagen is.
- Maak de brander uit.
- Draai de erlenmeyer om.
- Je ziet in de erlenmeyer kleine druppeltjes zitten.
- Doe een spatelpunt wit kopersulfaat in de erlenmeyer.
- Beweeg de erlenmeyer, zodat het kopersulfaat vochtig wordt.



▲ **afbeelding 15**
Zo houd je de erlenmeyer boven de brander.

1 Wat gebeurt er met het kopersulfaat?
- ☐ A Het blijft wit.
- ☐ B Het lost op.
- ☐ C Het wordt blauw.
- ☐ D Het wordt rood.

2 Welke vloeistof zit er in de erlenmeyer?

____

3 Hoe is deze stof ontstaan?

door de ______________________________ van aardgas

- Bekijk het kalkwater in de reageerbuis.

4 Hoe ziet het kalkwater eruit?
- ☐ A blauw en helder
- ☐ B helder en kleurloos
- ☐ C rood en helder
- ☐ D troebel en wit

- Steek de brander weer aan.
- Stel de brander af met een kleine, stille blauwe vlam.
- Pak de andere erlenmeyer.
- Houd de erlenmeyer 10 seconden boven de brander (afbeelding 15).

- Draai de erlenmeyer om en schenk meteen het kalkwater in de erlenmeyer.
- Doe snel de rubber stop op de erlenmeyer.
- Schud de erlenmeyer met het kalkwater tot je een verandering ziet.
- Kijk naar het kalkwater.

5 Hoe ziet het kalkwater er nu uit?
Het kalkwater is na het schudden WEL / NIET helder.
Het kalkwater is na het schudden WEL / NIET gekleurd.

6 Door welke stof wordt helder kalkwater troebel en wit?

____

7 Welke twee stoffen zitten in de verbrandingsgassen van aardgas, als het volledig verbrandt?

– ____

– ____

Conclusie

Bij een volledige verbranding van aardgas ontstaan de gassen ____________________

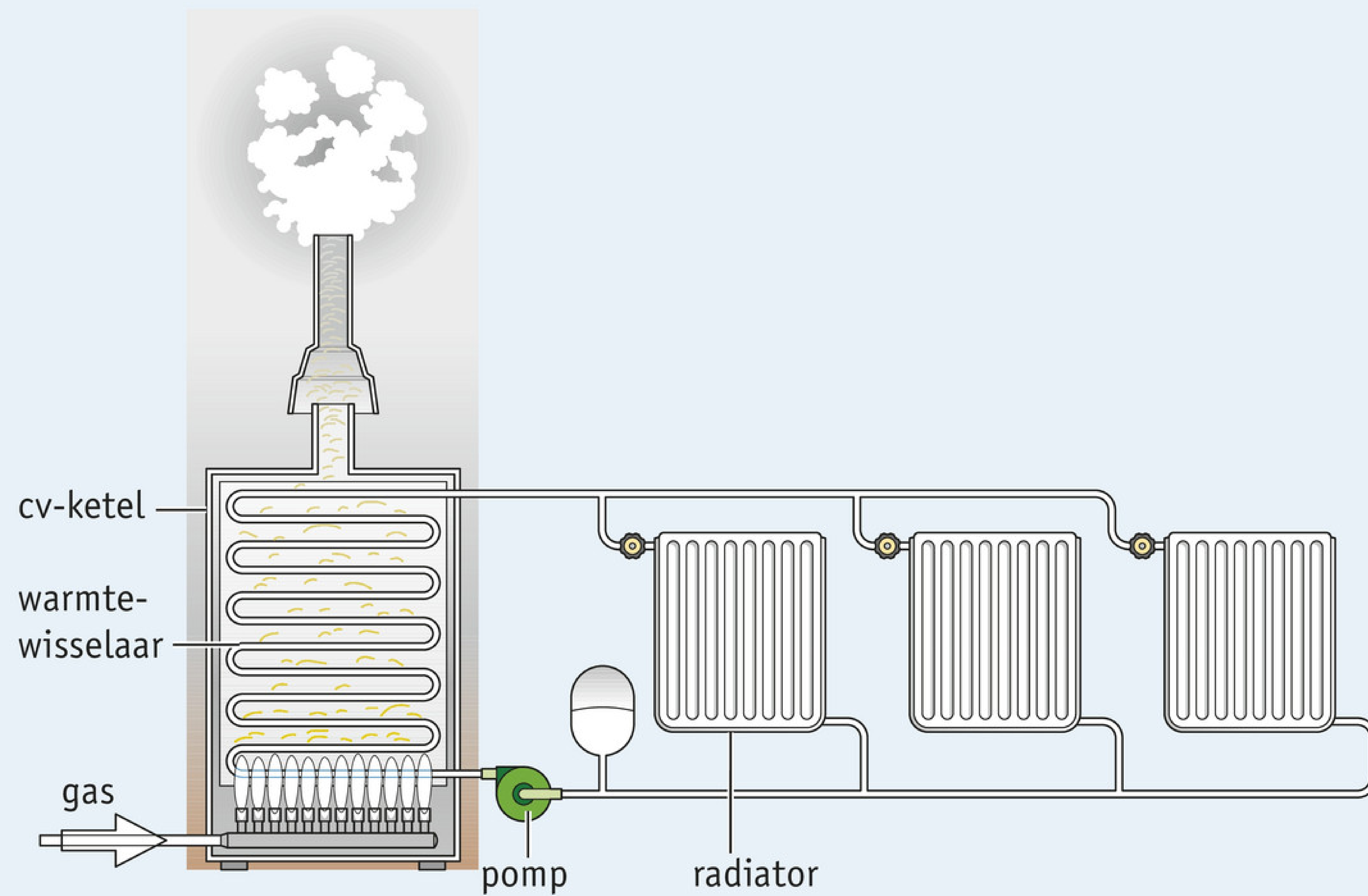
en ____________________.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

38 Welk onderdeel van de cv zorgt ervoor dat het warme water van de ketel naar de radiatoren stroomt?
☐ A een afvoerkanaal
☐ B een brander
☐ C een pomp
☐ D een warmtewisselaar

39 Welk gas is nodig om aardgas te verbranden?
☐ A koolstofdioxide
☐ B verbrandingsgas
☐ C waterdamp
☐ D zuurstof



▲ **afbeelding 16**
schema van een cv-installatie

40 In afbeelding 16 zie je een eenvoudige tekening van een cv-installatie.
Vul de zinnen in.
Kies uit: *aardgas – erg heet – lucht – radiatoren – thermische energie – verbrandingsgassen – warmtewisselaar.*

In de cv-ketel verbrandt ______________________. Door de verbranding

ontstaan ______________________.

Verbrandingsgassen zijn ______________________.

In de ______________________ wordt water verwarmd. Het water wordt

verwarmd met de ______________________ die ontstaat bij de verbranding.

Het warme water verwarmt de ______________________ en die verwarmen de

______________________ in de kamer.

41 Vul de tekening in afbeelding 16 aan.
- Kleur het gas in de leiding geel.
- Kleur de vlammen van de brander blauw.
- Kleur het koude water in de leidingen blauw.
- Kleur het warme water in de leidingen rood.
- Kleur de verbrandingsgassen in de schoorsteen grijs.

42 Schrijf het reactieschema op van de volledige verbranding van aardgas.

____

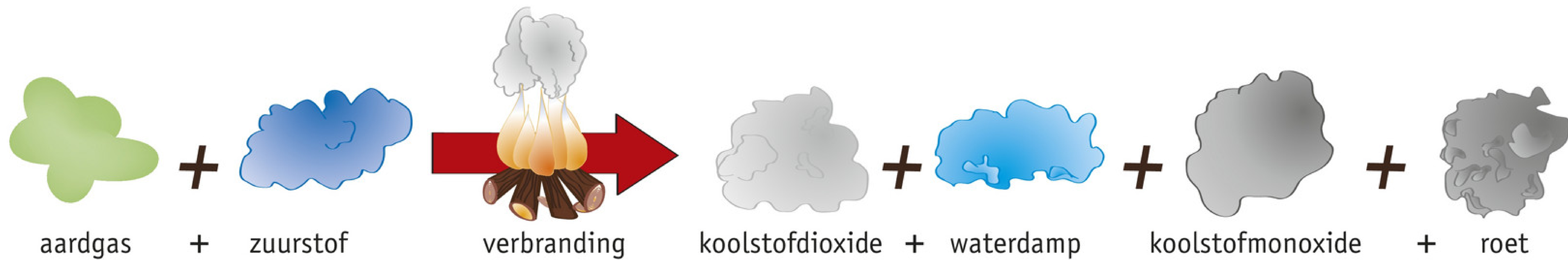
43 Schrijf twee eigenschappen op van koolstofdioxide.

– ____

– ____

Onvolledige verbranding

Als het mengsel van aardgas en lucht te weinig lucht bevat, kan het aardgas niet goed verbranden. Er is dan te weinig zuurstof voor een goede verbranding. Bij te weinig zuurstof krijg je een **onvolledige verbranding**. Bij onvolledige verbranding van aardgas ontstaan niet alleen koolstofdioxide en waterdamp, maar ook **roet** en **koolstofmonoxide**.



▲ **afbeelding 17**
onvolledige verbranding van aardgas

In een reactieschema:


aardgas + zuurstof →
koolstofdioxide + waterdamp + koolstofmonoxide + roet

Koolstofmonoxide is een kleurloos en reukloos gas. Het is heel erg giftig. Als je het inademt, kun je buiten westen raken. Door de koolstofmonoxide kan het bloed geen zuurstof meer opnemen. Hierdoor kun je stikken.

Roet is zwart en vuil. Door roet kunnen de brander en het afvoerkanaal verstopt raken. Dan wordt de verbranding nog slechter. Een vuile cv-ketel is gevaarlijk, omdat er koolstofmonoxide kan ontstaan. Het is daarom belangrijk dat de ketel goed wordt onderhouden.

De cv-ketel moet één keer per jaar worden gecontroleerd door een monteur. Hij of zij maakt de ketel schoon en onderzoekt of alles goed werkt. De monteur stelt de branders af en vervangt onderdelen die versleten of kapot zijn.

Monteur werktuigkundige installaties

Mbo installeren (niveau 2 of 3)

Na een opleiding op niveau 3 kun je aan de slag als eerste monteur installatie. Je werkt op bouwplaatsen, waar je in hele series huizen installaties voor gas, water en centrale verwarming aanlegt. Ook kun je gaan werken bij een bedrijf voor gas-, water- en loodgieterswerk (gawalo). Dan ga je bij mensen thuis een ketel aanleggen, repareren of vervangen. Als eerste monteur begeleid je minder ervaren monteurs.

Op niveau 2 werk je na je opleiding als monteur installatie en onderhoud. Met een busje rijd je naar de klanten. Daar voer je onderhoud uit of je vervangt onderdelen.



▲ **afbeelding 18**
gawalo-monteur

Man overlijdt door vergiftiging met koolstofmonoxide

PURMEREND – De politie van Purmerend heeft een 20-jarige student dood in zijn kamer gevonden. Volgens de politie is hij overleden aan vergiftiging door koolstofmonoxide. De student werd gevonden door een huisgenoot.

De kamer werd verwarmd door een kachel op butagas. De overleden man had volgens de politie alle kieren van zijn kamer dichtgestopt, omdat hij last had van de tocht.

Ventileren

Koolstofmonoxide is erg gevaarlijk. Niet alleen omdat het zo giftig is, maar vooral omdat je het niet ruikt of ziet. Koolstofmonoxide wordt daarom ook wel een sluipmoordenaar genoemd (afbeelding 19).

Ook andere verbrandingsgassen kunnen schadelijk zijn voor mensen en dieren. Daarom moet je in een ruimte waar gestookt wordt altijd goed **ventileren**. Ventileren betekent: de lucht verversen. Ventileren doe je door een raam op een kier te zetten. In sommige huizen zitten luchtroosters boven de ramen die je open kunt zetten.

Je moet ervoor zorgen dat er steeds verse lucht kan worden aangevoerd. Dat moet zeker in een ruimte waar de cv-ketel staat of waar een geiser hangt. Op die manier is er altijd genoeg zuurstof voor een volledige verbranding. Bijzetkachels op gas of vloeibare brandstof moet je nooit gebruiken zonder goede ventilatie. Dat is levensgevaarlijk.

◀ **afbeelding 19**
Koolstofmonoxide is levensgevaarlijk.

Opgaven

44 Wanneer krijg je een onvolledige verbranding?
- ☐ A bij te veel zuurstof
- ☐ B bij voldoende zuurstof
- ☐ C bij te weinig zuurstof

45 Schrijf het reactieschema op van de onvolledige verbranding van aardgas.

____

____

46 Schrijf drie eigenschappen op van koolstofmonoxide.
Koolstofmonoxide is:

– ____

– ____

– ____

47 Wat betekent ventileren?

____

48 Waarom moet je in een ruimte waar gestookt wordt goed ventileren?

Omdat verbrandingsgassen ______________________________

____

49 De man van het krantenartikel in afbeelding 19 had alle kieren van de kamer dichtgestopt.
Welke gevolgen had dit voor de lucht in de ruimte?

In de ruimte is een slechte ____________________. Daardoor ontstaat tekort

aan ____________________. De verbranding van het gas in de kachel is dan

____________________. Er ontstaat dan ____________________.

Dat is een ____________________ gas.

50 In een kamer brandt een open haard.
Waarom moet de kamer worden geventileerd?
- ☐ A omdat het anders te warm wordt
- ☐ B om waterdamp te voorkomen
- ☐ C om voldoende verbrandingsgas te krijgen
- ☐ D om voldoende verse lucht in de kamer te hebben

51 Hoe vaak moet je de cv-ketel laten controleren?
- ☐ A elke dag
- ☐ B een keer per week
- ☐ C een keer per maand
- ☐ D een keer per jaar

52 Het is verstandig om de cv-ketel goed te onderhouden. Een cv-monteur is daarvoor opgeleid.
Schrijf vier dingen op die een cv-monteur doet bij het onderhoud.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

Onthouden!

In de meeste huizen zorgt een verwarmingsketel of cv-ketel voor warmte en warm water.
In een cv-ketel verbrandt aardgas.
Een verbranding is een chemische reactie.
Een chemische reactie kun je opschrijven in een reactieschema.
Volledige verbranding van aardgas:

aardgas + zuurstof → koolstofdioxide + waterdamp

Onvolledige verbranding van aardgas:

aardgas + zuurstof → koolstofdioxide + waterdamp + koolstofmonoxide + roet

Koolstofdioxide kun je aantonen met kalkwater.
Water kun je aantonen met wit kopersulfaat.
Koolstofmonoxide is zeer giftig en levensgevaarlijk omdat het kleurloos en reukloos is.
In een ruimte waar wordt gestookt, moet je goed ventileren.

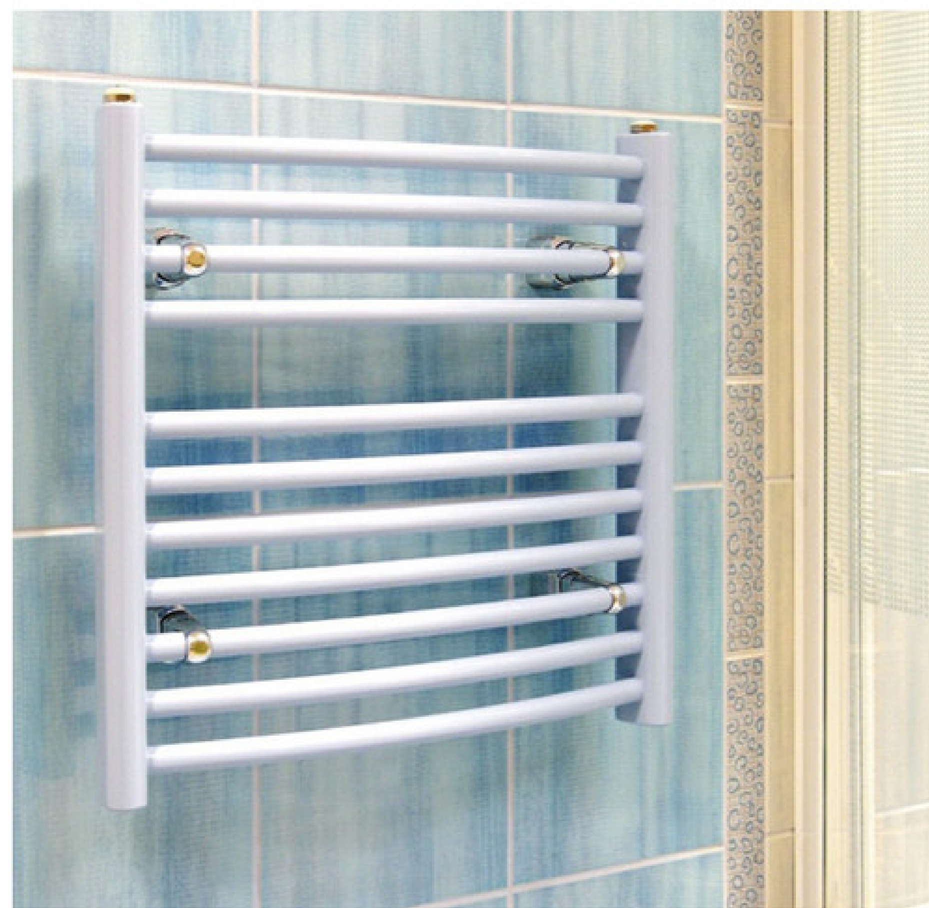
4 Warmtetransport

Warm water gaat van de cv-ketel naar de radiatoren. Daarna verspreidt de warmte zich door het huis.

Geleiding

Warm water stroomt door buizen van de cv-ketel naar de radiatoren. Een radiator is gemaakt van staal (afbeelding 20a en b). Staal is een goede **warmtegeleider**. Hierdoor wordt de buitenkant van de radiator ook snel warm. Warmte verplaatst zich in een vaste stof altijd van een warme plaats naar een koudere plaats.

▶ **afbeelding 20** verschillende radiatoren

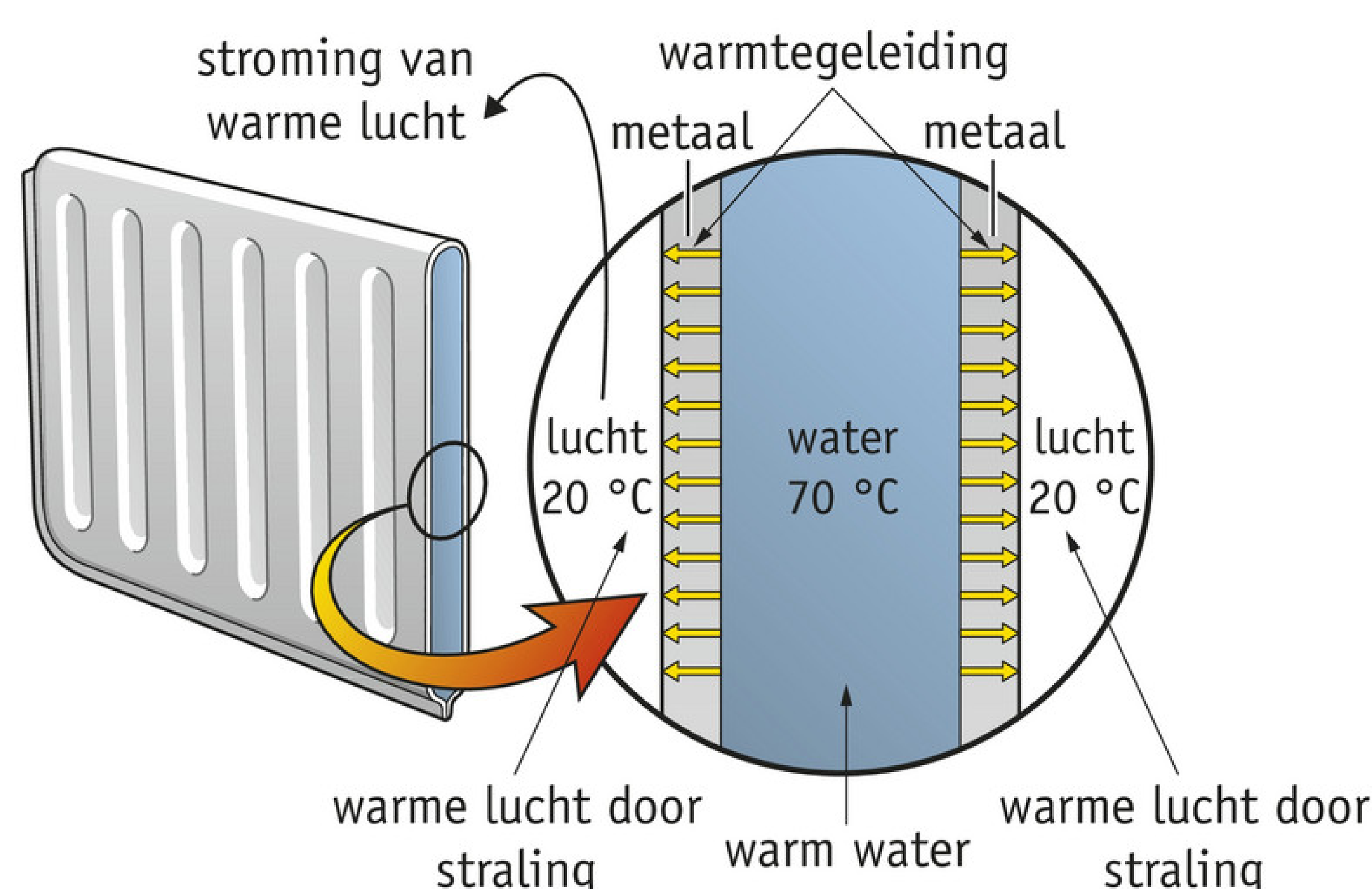

ⓐ


ⓑ

Verplaatsing van warmte noem je **warmtetransport**. Verschillende manieren van warmtetransport zijn geleiding, stroming en straling.

Bij **geleiding** verplaatst warmte zich door een vaste stof, zoals in het staal van de radiator. Goede warmtegeleiders geven warmte gemakkelijk door (afbeelding 21). Metalen zijn goede warmtegeleiders. Alle andere stoffen zijn slechte warmtegeleiders. Deze stoffen noem je **isolator**. Een isolator geeft warmte heel langzaam door. Voorbeelden van een isolator zijn: kunststof, hout, glas, wol, alle gassen en vloeistoffen.

▶ **afbeelding 21** warmtegeleiding bij een radiator



Proef 2 Warmtegeleiding

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 leeg bekerglas van 250 mL
- ☐ 1 bekerglas met 200 mL water van ongeveer 50 °C
- ☐ 1 thermometer
- ☐ 1 leeg conservenblik

Uitvoering

- Kijk op de thermometer en lees de temperatuur af.

1 Wat is de temperatuur in het lokaal?

___

2 Het conservenblik staat al een hele tijd in het lokaal.
Wat is de temperatuur van het blik?

___

- Pak het blik met één hand vast.

3 Hoe voelt het conservenblik aan?

☐ A kouder dan het lokaal
☐ B even warm als het lokaal
☐ C warmer dan het lokaal

- Giet de helft van het warme water in het blik (afbeelding 22).



◀ **afbeelding 22**
Giet het warme water in het blik.

4 Wat voel je aan het blik als je het water erin doet?

☐ A Het blik wordt heel langzaam koeler.
☐ B Het blik wordt heel langzaam warmer.
☐ C Het blik wordt heel snel koeler.
☐ D Het blik wordt heel snel warmer.

5 Waarvan is het blik gemaakt?
- ☐ A glas
- ☐ B papier
- ☐ C metaal
- ☐ D kunststof

- Pak het lege bekerglas.
- Giet de rest van het water in dit bekerglas.
- Let goed op wat je nu voelt.

6 Glas wordt SNELLER / LANGZAMER warm dan blik.

7 Blik geleidt warmte BETER / SLECHTER dan glas.

Conclusie
Blik is een GOEDE / SLECHTE warmtegeleider.
Glas is een GOEDE / SLECHTE warmtegeleider.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

53 Bij Fatima thuis hebben ze centrale verwarming. De cv-ketel staat op zolder.
Welk gedeelte van het huis kan door de cv worden verwarmd?
- ☐ A alleen de benedenverdieping
- ☐ B alleen de slaapkamers
- ☐ C alleen de zolder
- ☐ D overal waar radiatoren hangen

54 Hoe komt de warmte van de zolder in de radiator van de woonkamer?
- ☐ A via de gasleiding
- ☐ B via de schoorsteen
- ☐ C via de verwarmingsbuizen
- ☐ D via de waterleiding

55 Het warme water van de cv-ketel stroomt door de radiator van de woonkamer.
Hoe komt de warmte in de woonkamer?

De warmte verplaatst zich door het ____________________ van de radiator naar de ____________________ van de radiator. Hierdoor wordt de buitenkant van de radiator ____________________. Daardoor wordt de ____________________ in de kamer warm.

56 Verplaatsing van warmte noem je ______________________________.

57 Op welke manier gaat warmtetransport in een vaste stof?
- ☐ A geleiding
- ☐ B straling
- ☐ C stroming

58 Welke stoffen zijn goede warmtegeleiders?

___

59 Wat zijn isolatoren?
- ☐ A stoffen die warmte goed geleiden
- ☐ B stoffen die warmte slecht geleiden
- ☐ C stoffen die warmte soms geleiden

60 Schrijf vier vaste stoffen op die warmte isoleren.

– ___

– ___

– ___

– ___

61 Waarom zijn radiatoren van staal gemaakt?

Omdat staal ___.

Stroming

Een hete radiator geeft warmte af aan de lucht. De lucht vlak bij de radiator wordt daardoor warmer. Warme lucht is lichter dan koude lucht. Daardoor stijgt de warme lucht op. De lucht in de kamer gaat door de hele kamer bewegen (afbeelding 23).

Deze beweging van lucht door warmte noem je **convectie**. Warme lucht gaat omhoog en koude lucht zakt omlaag. Convectie gebeurt niet alleen in lucht, maar ook in vloeistoffen.

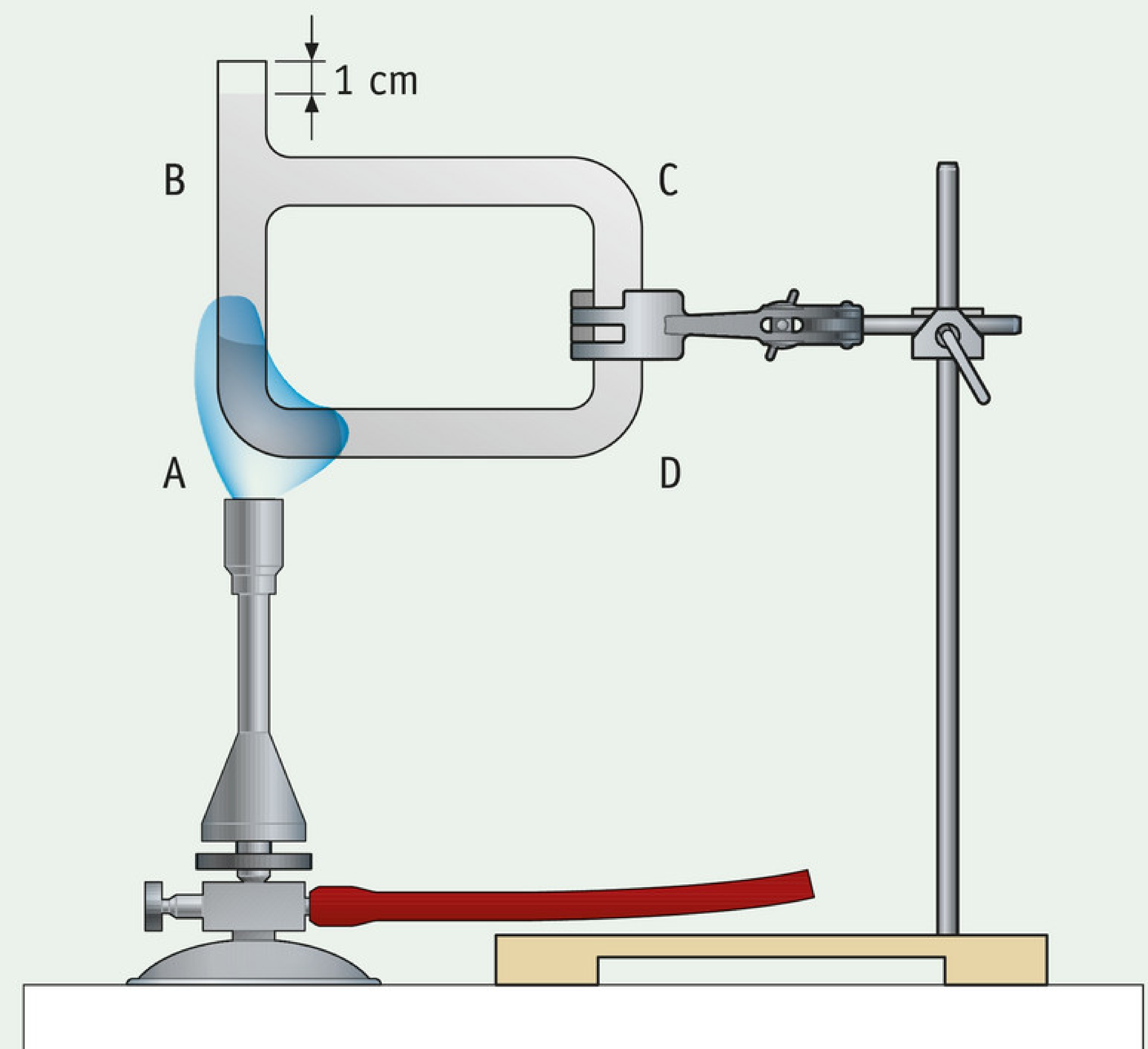
▶ **afbeelding 23**
convectie



Proef 3 Warmtetransport door stroming

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 stromingsbuis
- ☐ 1 statief
- ☐ 1 statiefklem
- ☐ 1 apparaatklem
- ☐ 1 brander
- ☐ 1 spatel
- ☐ kalium-permanganaat
- ☐ lucifers



▲ **afbeelding 24**
de opstelling van proef 3

Uitvoering

- Maak de opstelling zoals in afbeelding 24.
- Vul de stromingsbuis met water, tot 1 cm onder de rand.
- Doe een paar kristallen kalium-permanganaat in de buis.
- Steek de brander op de juiste manier aan.
- Stel de brander in met een kleine, stille blauwe vlam.
- Verwarm de buis bij A (zie afbeelding 24).
- Kijk naar het water in de buis.

1 Het water gaat WEL | NIET bewegen.

- Doe de brander na 2 minuten uit.
- Voel bij C en D aan de buis.

2 Wat voel je bij C en D aan de buis?
De buis is op beide punten WEL | NIET warm geworden.

3 Waar krijgt het water de hoogste temperatuur?
- ☐ A bij A
- ☐ B bij B
- ☐ C bij C
- ☐ D bij D

4 Welke kleur heeft het water?

____

5 Kleur het water in afbeelding 24 rood waar het water warm wordt.

6 Kleur het water in afbeelding 24 blauw waar het water het koudst is.
Op de overgang van koud naar warm, mag je rood en blauw door elkaar kleuren.

7 Geef met pijlen in afbeelding 24 aan in welke richting het water stroomt.

8 Hoe komt het dat het water gaat stromen?
- ☐ A door geleiding
- ☐ B door de kleurstof
- ☐ C omdat warmer water stijgt
- ☐ D Water stroomt altijd.

9 Hoe komt de meeste warmte in de buis bij C en D?
- ☐ A De buis wordt daar warm door de vlam.
- ☐ B De buis wordt daar warm door warmtegeleiding in het water.
- ☐ C De buis wordt daar warm door de stroming van het warme water.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

62 In welke stoffen kan convectie optreden?
- ☐ A alle stoffen
- ☐ B gassen en vaste stoffen
- ☐ C gassen en vloeistoffen
- ☐ D vaste stoffen en vloeistoffen

63 Hoe kan water het best warmte transporteren?
- ☐ A door stroming
- ☐ B door geleiding

64 Vul de zinnen aan.
Kies uit: *convectie* – *gaat bewegen* – *lichter* – *stijgt op* – *temperatuur* – *verwarmd* – *warmte*.

Een hete radiator geeft ____________________ af aan de lucht.

De lucht krijgt daardoor een hogere ________________________________.

Warme lucht is __________________ dan koude lucht. Warme lucht __________________.

De lucht ________________________________ door de hele kamer. De hele kamer wordt

______________________. De beweging van lucht door warmte noem je

______________________.

Straling

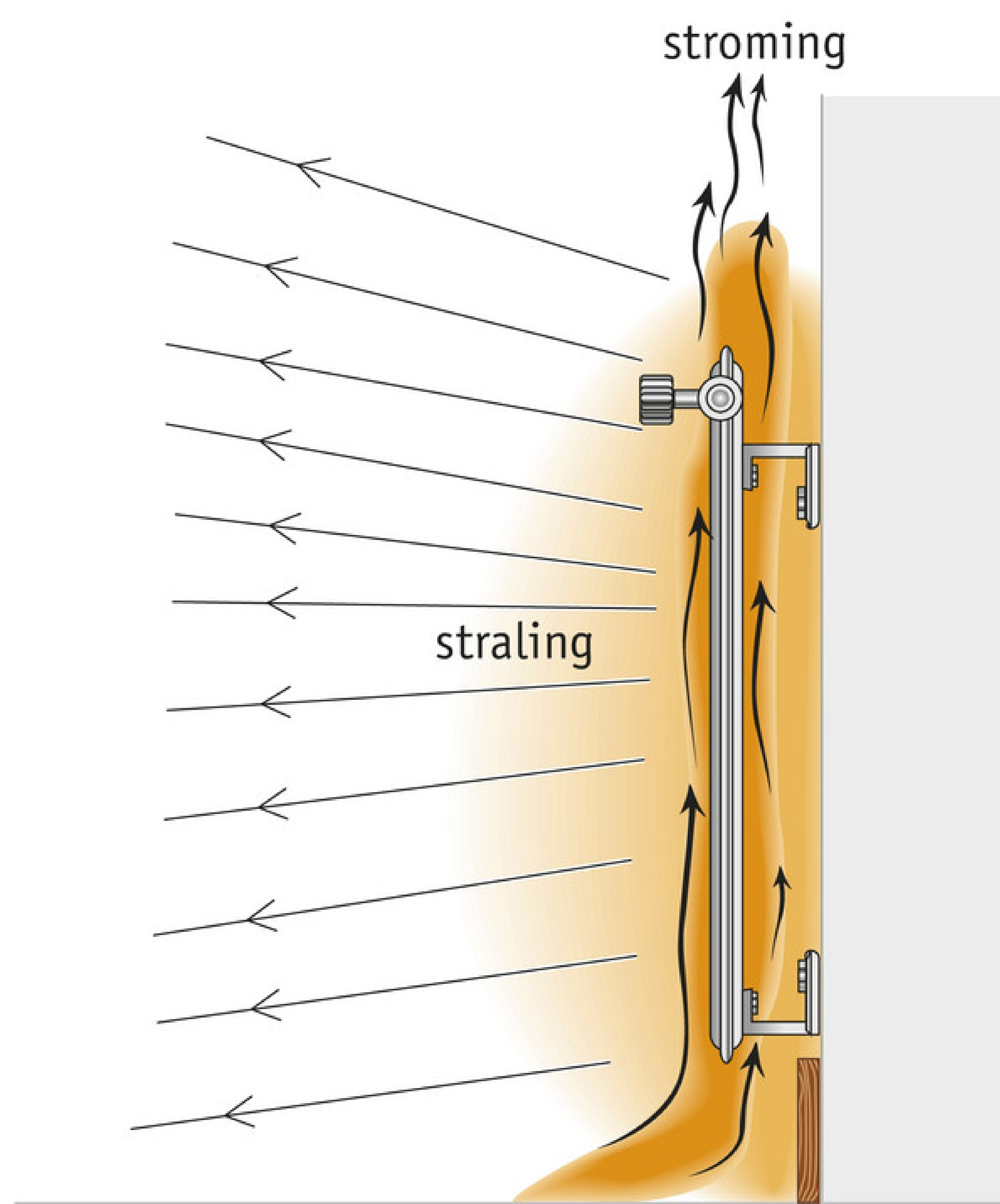
Als je je hand vlak bij een hete radiator houdt, voel je de warmte. De warmte verplaatst zich door **straling** van de radiator naar je hand. Elk voorwerp dat warmer is dan zijn omgeving straalt warmte uit. Die stralingswarmte noem je **infraroodstraling**. Lucht laat infraroodstraling door, net als glas.

De warmte van de zon voel je ook door infraroodstraling (afbeelding 25). Maar tussen de zon en de aarde zit veel lege ruimte. Er is daar niets, ook geen lucht. Straling verplaatst zich dus ook als er geen lucht of een andere stof is. Voor straling is geen **tussenstof** nodig.



▶ **afbeelding 25** genieten van de warmtestraling van de zon

In een radiator verplaatst de warmte zich door geleiding door het staal. Buiten de radiator verplaatst de warmte zich door straling en stroming. Dit zie je in afbeelding 26.



▶ **afbeelding 26** warmtetransport door straling en stroming

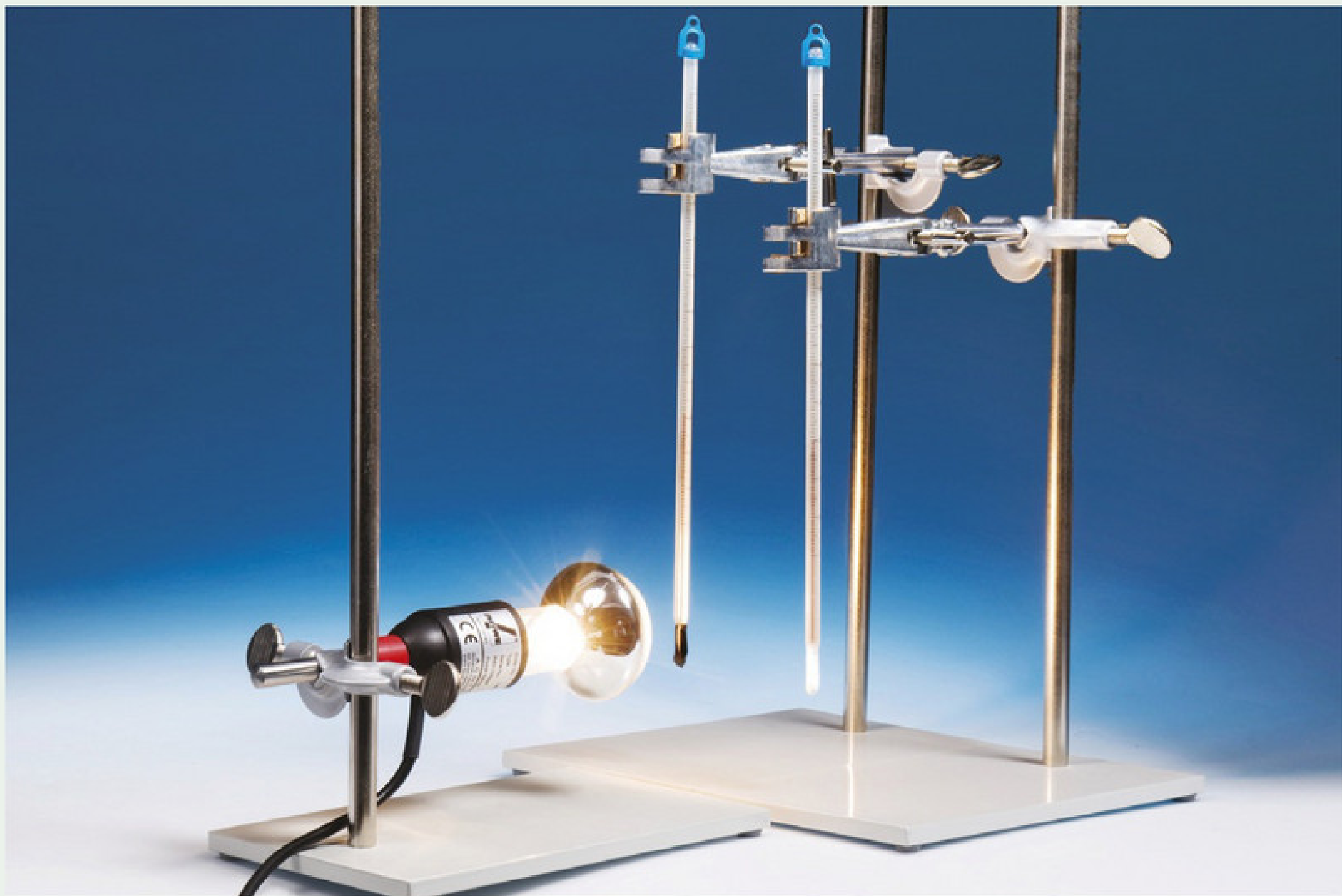
Proef 4 Warmtestraling opnemen

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 thermometer waarvan het reservoir wit is gemaakt
- ☐ 1 thermometer waarvan het reservoir zwart is gemaakt
- ☐ 1 warmtelamp op statief, compleet met stekker en snoer
- ☐ 1 statiefstang
- ☐ 2 statiefklemmen
- ☐ 2 apparaatklemmen
- ☐ 1 tonvoet
- ☐ 1 stopklok of horloge

Uitvoering

- Maak de opstelling zoals in afbeelding 27.
  Let daarbij goed op het volgende:
  - De thermometers moeten vlak naast elkaar staan.
  - De lamp moet ongeveer 10 cm van de thermometers af staan.
  - De thermometers moeten even ver van de lamp af staan.



◀ **afbeelding 27**
de opstelling van proef 4

- Lees de stand van beide thermometers af.
- Schrijf in tabel 5 de temperatuur van elke thermometer.
- Zet de lamp aan.
- Schrijf in de tabel na elke minuut de temperatuur die de thermometers aangeven.
- Doe dit gedurende 5 minuten.
- Zet daarna de lamp uit.

▼ **tabel 5** meetwaarden van proef 4

tijd	witte thermometer	zwarte thermometer
begin-temperatuur	°C	°C
na 1 minuut	°C	°C
na 2 minuten	°C	°C
na 3 minuten	°C	°C
na 4 minuten	°C	°C
na 5 minuten	°C	°C

1 In afbeelding 28 zie je twee thermometers getekend. Dit zijn de thermometers die je bij de proef hebt gebruikt. Je hebt één thermometer met een wit gekleurd reservoir.

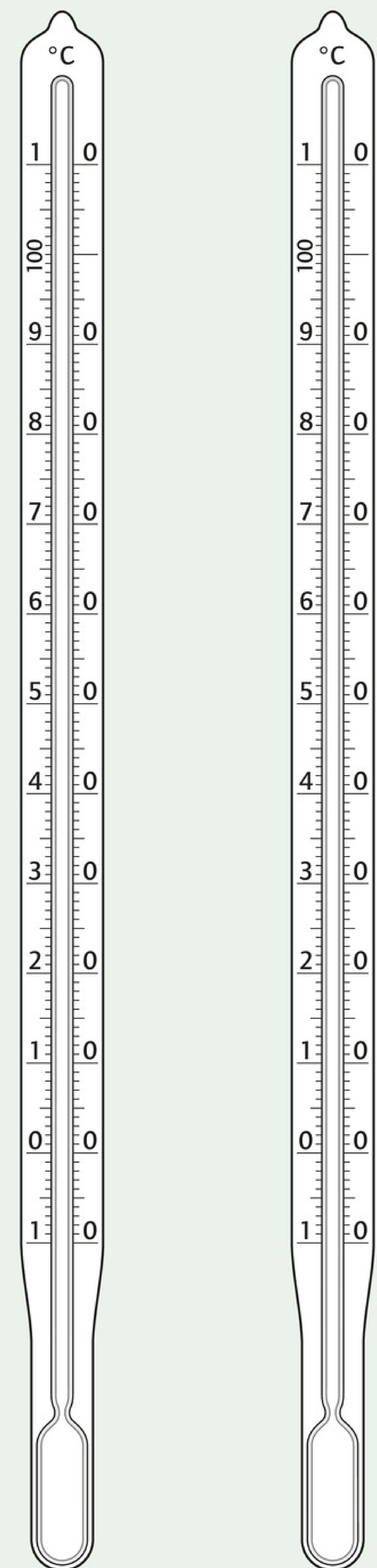
a Kleur ditzelfde stuk bij een thermometer geel.

b Kleur bij de andere thermometer het zwart gemaakte reservoir zwart.

c Zet met een blauwe pen een pijltje bij de begintemperaturen van beide thermometers.

d Zet ook een pijltje bij de eindtemperaturen van beide thermometers.

e Kleur de stukjes temperatuurstijging in de thermometers rood.



▲ **afbeelding 28**
twee thermometers

2 Waardoor krijgt een voorwerp een hogere temperatuur?

- ☐ A door afkoeling
- ☐ B door verwarming
- ☐ C De temperatuur verandert vanzelf.
- ☐ D De temperatuur verandert niet.

3 Op welke manier komt de meeste warmte van de lamp bij de thermometer?

- ☐ A door geleiding
- ☐ B door straling
- ☐ C door stroming

4 Welke thermometer werd het warmst?

De ___________ gekleurde thermometer werd het warmst.

5 Welke kleur neemt de meeste stralingswarmte op?

- ☐ A wit en zwart evenveel
- ☐ B wit
- ☐ C zwart

Conclusie

Zwarte oppervlakken nemen meer straling op dan licht gekleurde oppervlakken.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

65 Wanneer straalt een voorwerp warmte uit?
Als het voorwerp KOUDER / WARMER is dan zijn omgeving.

66 Een andere naam voor warmtestraling is ______________________________.

67 Voor welke vorm van warmtetransport is geen tussenstof nodig?
- ☐ A geleiding
- ☐ B straling
- ☐ C stroming

68 Schrijf twee stoffen op die infraroodstraling doorlaten.

– ______________________________

– ______________________________

69 Een zwarte en een witte doos staan in de zon. De dozen staan naast elkaar.
Welke doos wordt het warmst?
- ☐ A Beide dozen worden even warm.
- ☐ B De witte doos wordt het warmst.
- ☐ C De zwarte doos wordt het warmst.

70 Een wit en een zwart huis zijn naast elkaar gebouwd.
In het WITTE / ZWARTE huis wordt het binnen erg warm als de zon schijnt.

71 Waarom wordt het in dat huis het warmst?

____

____

72 Waarom kun je in de zomer beter licht gekleurde kleren dragen dan zwarte?

____

____

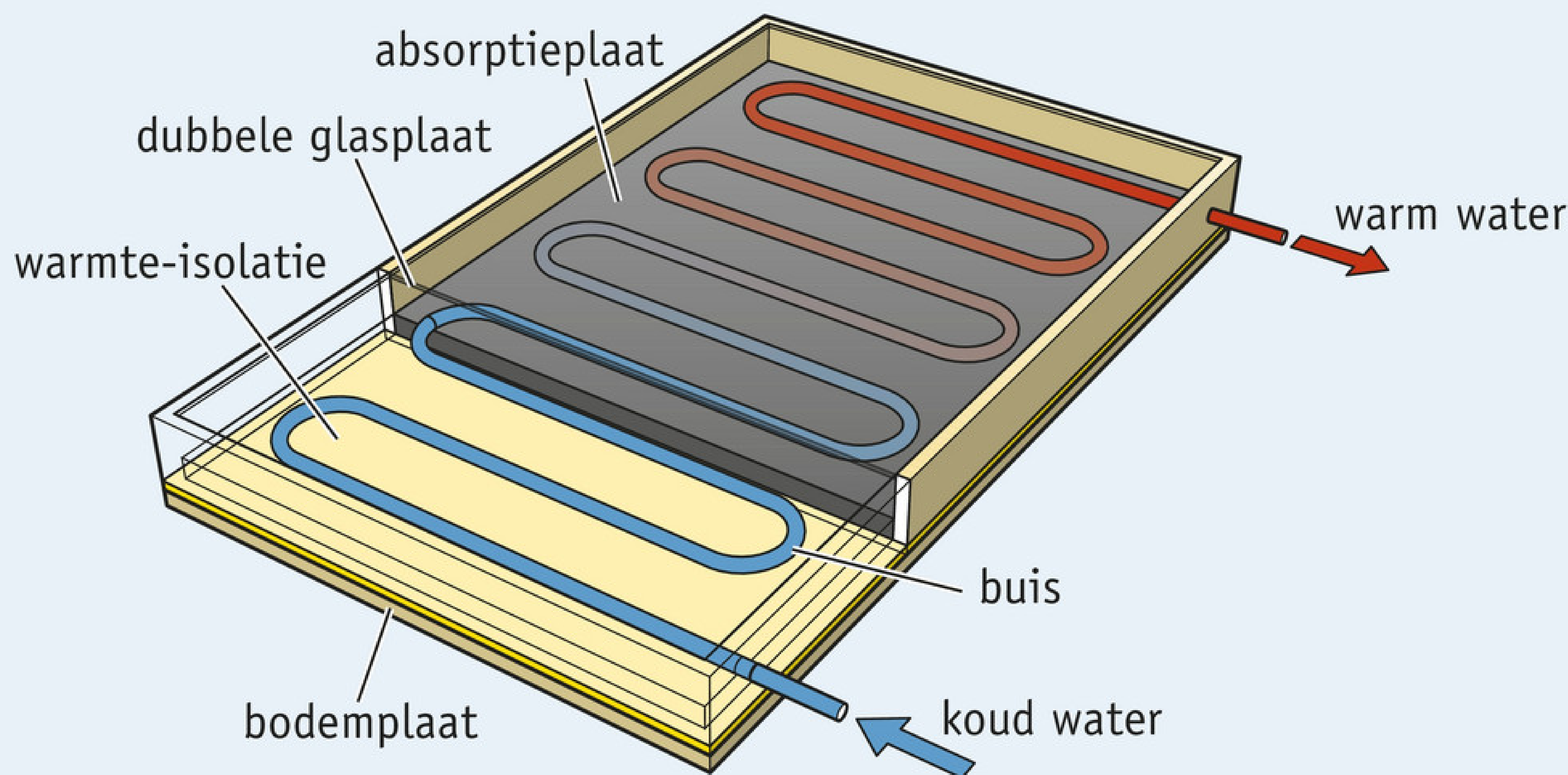
73 Waarom zijn de huizen in warme landen meestal wit van kleur?

____

____

74 Zonneboilers ontvangen warmte van de zon via een collector (afbeelding 29 op de volgende bladzijde).
Welke kleur is het meest geschikt voor een zonnecollector?

____



◀ **afbeelding 29**
een zonnecollector

75 Bekijk tabel 6.
Geef bij elke zin aan hoe de warmte wordt getransporteerd.
Zet een kruisje in de goede kolom.
Er kunnen meer kruisjes bij een zin staan.

▼ **tabel 6** Hoe wordt de warmte getransporteerd?

	straling	stroming	geleiding
Warme lucht stijgt op boven een radiator.			
Anne en Henk zitten dicht bij de kachel.			
De punt van een soldeerbout wordt warm.			
Het water in een pan gaat koken.			
Een zonnecollector ontvangt zonnewarmte.			
De buitenkant van een radiator wordt warm.			
Een radiator verwarmt de kamer.			

Onthouden!

Warmtetransport is verplaatsing van warmte.
Drie manieren van warmtetransport zijn:
- geleiding
- stroming
- straling

Geleiding is warmtetransport door een vaste stof.
Stroming is warmtetransport doordat lucht of een vloeistof gaat bewegen.
Straling is warmtetransport door de lucht, door glas of door lege ruimte.
Een warmtegeleider laat warmte goed door.
Metalen zijn goede warmtegeleiders.
Een isolator laat warmte niet of slecht door.
Warmtestraling is infraroodstraling.
Voor straling is geen tussenstof nodig.
Zwarte oppervlakken nemen meer straling op dan licht gekleurde oppervlakken.

5 Zuinig zijn met energie

Elektriciteit en aardgas voor de verwarming moet je betalen aan het energiebedrijf. Als je minder gebruikt, betaal je ook minder.

De energierekening

Aardgas wordt vooral gebruikt om te koken, het huis te verwarmen en water warm te maken. Veel mensen koken op een gasfornuis. De cv-ketel brandt op aardgas. Warm water voor de keuken en de douche komt uit de cv-ketel of uit een geiser op aardgas.



▲ **afbeelding 30**
de gasmeter

Aardgas komt het huis binnen door een leiding. Eerst gaat het aardgas door de **gasmeter** (afbeelding 30). De gasmeter meet hoeveel gas je gebruikt. De **meterstand** moet je doorgeven aan het energiebedrijf. Als je een 'slimme meter' hebt, gaat dat automatisch. Het energiebedrijf berekent het verschil met de meterstand van vorig jaar. Het verschil is het gas dat je hebt gebruikt. Voor dit gas moet je betalen.

Ook voor de elektriciteit die je gebruikt, moet je betalen. Het geld voor aardgas en elektriciteit betaal je meestal niet in één keer. Elke maand betaal je een **voorschot**. Een keer per jaar krijg je een **jaarafrekening**. Hierop staat een overzicht van de energie die je hebt gebruikt en de voorschotten die je al betaald hebt. Als je meer hebt betaald dan je hebt gebruikt, krijg je geld terug. Als het andersom is, moet je bijbetalen. In afbeelding 31 zie je een voorbeeld van een jaarafrekening.

JAARAFREKENING

over de periode 18-02-2014 tot en met 09-02-2015

	meterstanden		verbruik	berekening	totaal (€)
	eind	begin			
Elektra (laag kWh)	23 456	21 759	1697	1697 × 0,21	356,37
Elektra (hoog kWh)	17 215	16 353	862	862 × 0,23	198,26
Gas (m^3)	24 125	22 445	1680	1680 × 0,38	638,40
HEFFINGEN					
Elektra					120,53
Gas					239,71
NETWERKKOSTEN					
Elektra					115,91
Gas					125,02
METERKOSTEN					
Elektra					27,55
Gas					13,80

▲ **afbeelding 31**
de jaarafrekening van het energiebedrijf

Op de rekening staan niet alleen de kosten voor de elektra en het gas die je hebt gebruikt. Er staan nog drie andere kosten op die je moet betalen:

- Heffingen: dit is de milieubelasting. Daarmee betaal je mee aan maatregelen voor een beter milieu.
- Netwerkkosten: dit zijn kosten voor het transport van de energie. Dit zijn kosten voor onder andere het gebruik en onderhoud van de gasleidingen en de kabels voor elektriciteit.
- Meterkosten: de gasmeter is eigendom van het energiebedrijf. Daarom moet je er huur voor betalen.

Met de meterstanden en de vaste kosten kun je uitrekenen hoeveel je voor de gebruikte energie moet betalen.

Voorbeeld 3
De familie Li krijgt binnenkort de jaarrekening van het energiebedrijf.
Aan het begin van het jaar stond de gasmeter op 22 445 m^3.
Aan het eind van het jaar staat de gasmeter op 24 125 m^3.

Op de rekening staan de volgende vaste bedragen:

HEFFINGEN
elektra € 120,53
gas € 239,71

NETWERKKOSTEN
elektra € 115,91
gas € 125,02

METERKOSTEN
elektra € 27,55
gas € 13,80

De prijs voor 1 m^3 aardgas is € 0,38.
Reken uit hoeveel de familie Li in totaal moet betalen voor het verbruikte aardgas.

Stap 1: Reken uit hoeveel m^3 aardgas er verbruikt is.

beginstand = 22 445
eindstand = 24 125

verbruikte hoeveelheid = eindstand − beginstand
verbruikte hoeveelheid = 24 125 − 22 445 = 1680
verbruikte hoeveelheid = 1680 m^3

Stap 2: Reken uit hoeveel deze hoeveelheid kost.

Per m^3 aardgas moet € 0,38 worden betaald.

te betalen = prijs per m^3 × verbruikt aantal m^3 aardgas
te betalen = 0,38 × 1680 = 638,40

Voor deze hoeveelheid moet de familie Li € 638,40 betalen.

Stap 3: Bereken de vaste kosten.

De vaste kosten zijn:

HEFFINGEN: gas € 239,71
NETWERKKOSTEN: gas € 125,02
METERKOSTEN: gas € 13,80

vaste kosten = HEFFINGEN + NETWERKKOSTEN + METERKOSTEN
vaste kosten = 239,71 + 125,02 + 13,80 = 378,53
vaste kosten = € 378,53

Stap 4: Bereken het eindbedrag.

Bij het eindbedrag horen ook de vaste kosten.

eindbedrag = vaste kosten + kosten aardgas
eindbedrag = 378,53 + 638,40 = 1016,93

eindbedrag = € 1.016,93

Opgaven

76 De energierekening gaat over ____________________ en ____________________.

77 Wat zijn netwerkkosten?

Dit zijn kosten voor ____.

78 Op welke manier wordt de energie naar je huis getransporteerd?

gas met ____

elektriciteit met ____

79 Wat zijn heffingen?

____

80 Wat betaal je met die heffingen?

____

81 Wat zijn meterkosten?

de ________ voor de meter

82 Wat is het voordeel van een slimme meter?

Een slimme meter geeft automatisch ________________________________ door aan het energiebedrijf.

83 Vul de woorden in op de juiste plaats.
Kies uit: *bijbetalen – gebruikt – in één keer – jaarafrekening – overzicht – voorschot – voorschotten*.

Het geld voor aardgas en elektriciteit betaal je meestal niet ______________________.

Elke maand betaal je een ______________________. Een keer per jaar krijg je een

______________________. Hierop staat een ______________________ van de energie die

je hebt gebruikt en de ______________________ die je al betaald hebt. Als je meer hebt

betaald dan je hebt ______________________, krijg je geld terug. Als het andersom is,

moet je ______________________.

84 Astrid geeft haar meterstanden van de elektriciteitsmeter aan het energiebedrijf door.
De beginstand is 55 642 kWh.
De eindstand is 57 011 kWh.
Per kWh betaalt Astrid € 0,25.

Reken uit hoeveel Astrid voor deze energie moet betalen.

verbruikte energie = ________stand – _________stand

verbruikte energie = ____

verbruikte energie = ____

bedrag = ____

bedrag = ____

bedrag = ____

85 Astrid betaalt 21% btw over dat bedrag.
Reken uit hoeveel btw Astrid moet betalen.

____

____

86 Pieter geeft de meterstanden van de gasmeter door aan het energiebedrijf.
De beginstand is 41 026 m^3.
De eindstand is 43 330 m^3.
Per m^3 betaalt Pieter € 0,39.

Reken uit hoeveel Pieter voor deze energie moet betalen.

verbruikte energie = ________stand – _________stand

verbruikte energie = ____________________

verbruikte energie = ____________________

bedrag = ____________________

bedrag = ____________________

bedrag = ____________________

87 Pieter betaalt 21% btw over dat bedrag.
Reken uit hoeveel btw Pieter moet betalen.

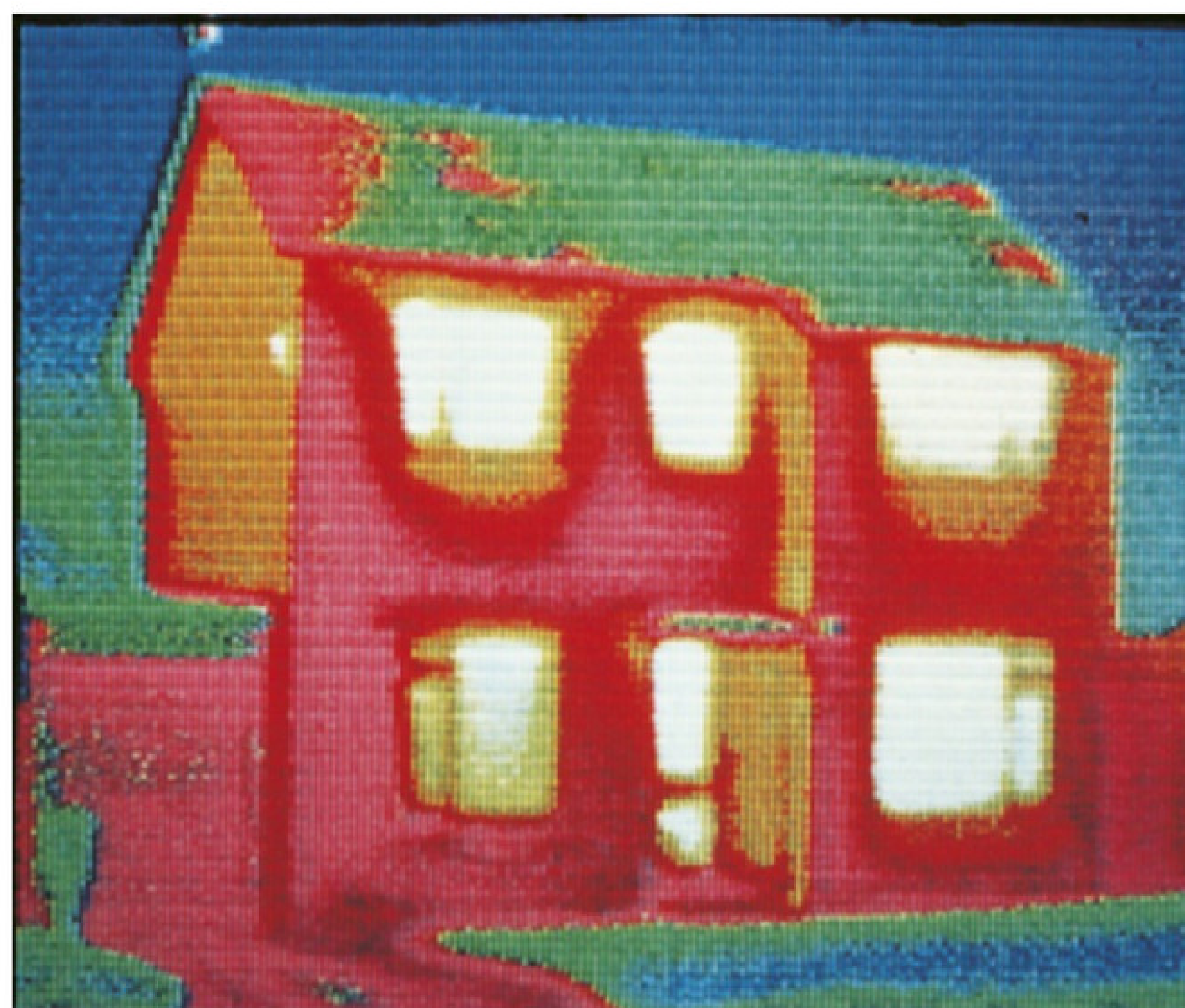
____

____

Warmteverlies

In afbeelding 32 zie je een infraroodfoto van een huis. Op deze foto zie je de infraroodstraling die uit het huis komt. Dit is de warmte die het huis uitstraalt. Bij de lichte plaatsen straalt het huis veel warmte uit. Bij de donkere plaatsen is er weinig warmtestraling.

Op de foto zie je dat vooral de ramen veel warmtestraling uitzenden, want deze zijn heel licht geel gekleurd. Hier gaat dus veel warmte naar buiten. De muren stralen minder warmte uit (oranje/rood). Uit het dak komt de minste warmtestraling (groen).



▶ **afbeelding 32** een infraroodfoto van een huis

Warmte die naar buiten verdwijnt, noem je **warmteverlies**.
Warmteverlies ontstaat op drie manieren:
- door geleiding
- door straling
- door stroming

Veel warmte gaat door de ramen en muren naar buiten door geleiding. Ook het dak en de vloer geleiden de warmte naar buiten. Muren, ramen en daken die warmer zijn dan hun omgeving, stralen warmte uit. Zo verlaat warmte het huis ook door straling. Stromende lucht neemt warmte mee naar buiten. Lucht kan naar buiten stromen door kieren en door open ramen en deuren.

Het warmteverlies moet weer worden aangevuld om het binnen warm te houden. Daarom moet de cv-ketel telkens opnieuw gaan branden en wordt weer aardgas verbruikt.

Opgaven

88 Hoe noem je de warmte die uit een huis naar buiten verdwijnt?

____

89 Op welke drie manieren ontstaat warmteverlies?

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

90 Waar ontstaat warmteverlies door geleiding?

____

91 Waar ontstaat warmteverlies door stroming?

____



▲ **afbeelding 33**
isolatie van de spouwmuur

Isoleren

Als je minder aardgas gebruikt, hoef je ook minder te betalen. Zo kun je geld besparen. Het is ook beter voor het milieu om minder energie te gebruiken. Je bespaart aardgas door warmteverlies tegen te gaan. Daar bestaan verschillende manieren voor.

Een goede manier om warmteverlies tegen te gaan, is **isoleren**. Om te isoleren gebruik je isolatiemateriaal. In de spouwmuur wordt isolatiemateriaal verwerkt (afbeelding 33). De spouw is de ruimte tussen de binnenmuur en de buitenmuur. Door de isolatie verdwijnt minder warmte naar buiten.

Hoe goed een constructie isoleert, zie je aan de ***U*-waarde** (isolatiewaarde). Hoe lager de *U*-waarde, hoe minder warmteverlies er is. Een hoge *U*-waarde betekent veel warmteverlies.
Bijvoorbeeld:
- De *U*-waarde van een spouwmuur zonder isolatie is ongeveer 1,8.
- De *U*-waarde van een spouwmuur met isolatie is ongeveer 0,8.

Door de geïsoleerde muur verdwijnt dus minder warmte.

Soms kom je nog de term '*k*-waarde' tegen. Dit is de oude naam voor *U*-waarde. De isolatiewaarde van verschillende bouwelementen vind je in tabel 18 van je Binas.

Veelgebruikte isolatiematerialen zijn:
- glaswol en steenwol (afbeelding 34)
- isolatieschuim
- noppenfolie (afbeelding 35)

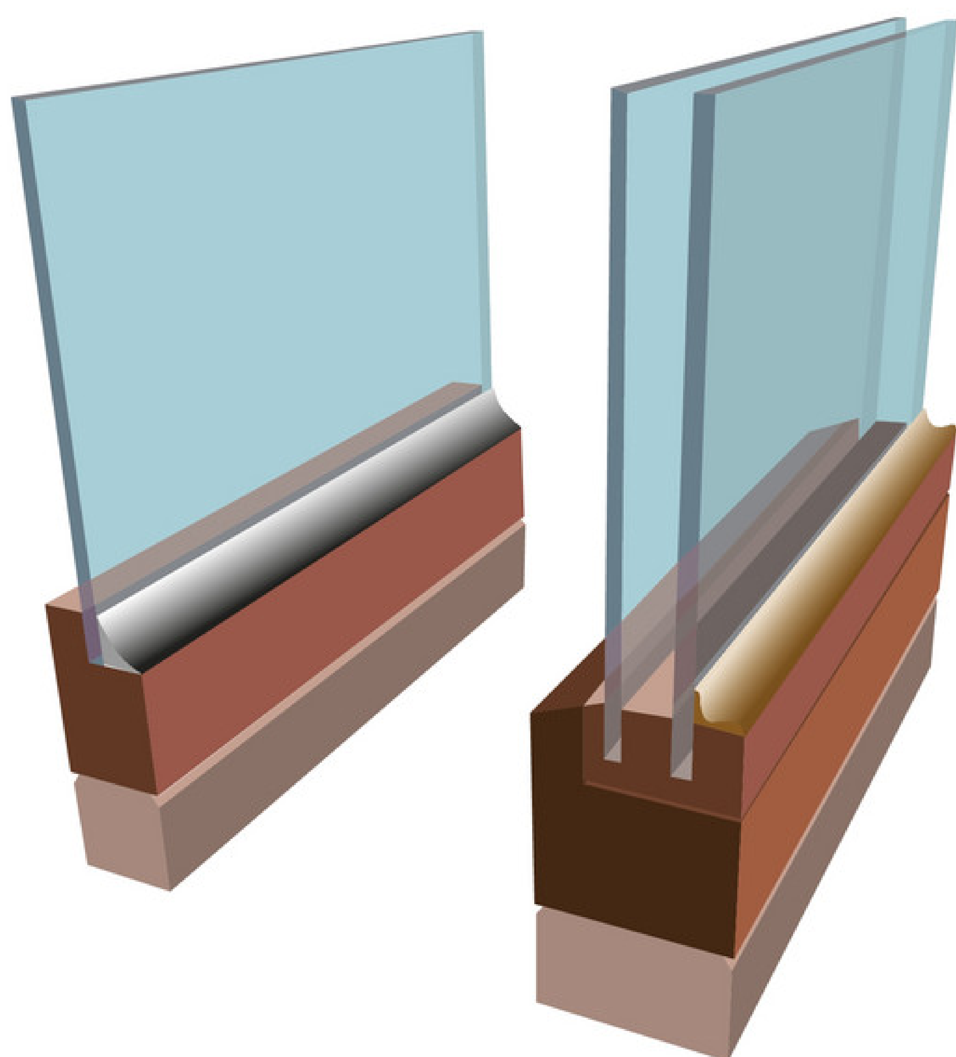


▲ **afbeelding 34**
isoleren met steenwol



▲ **afbeelding 35**
isoleren met noppenfolie

Warmteverlies door de ramen kun je tegengaan met **dubbel glas**. Enkel glas is dun, waardoor de warmte gemakkelijk naar buiten kan verdwijnen (isolatiewaarde 6). In dubbel glas zit een isolerende laag lucht of gas (afbeelding 36). Deze laag lucht voorkomt dat de warmte door geleiding naar buiten verdwijnt. De isolatiewaarde van dubbel glas is 3. Er is ook drievoudig glas en dubbel glas met een speciale reflecterende laag erop. De isolatiewaarde van deze soorten glas is nog beter dan die van dubbel glas.



▲ **afbeelding 36**
enkel glas en dubbel glas

Warmteverlies door stroming kun je tegengaan met **tochtstrips**. Met een tochtstrip plak je kieren bij ramen en deuren dicht. Hierdoor gaat de lucht in de kamer minder bewegen en verdwijnt minder warme lucht van binnen naar buiten. Een andere manier om stroming te verminderen, is ramen en deuren niet onnodig lang open laten staan. In ruimtes waar gestookt wordt, moet je wel goed ventileren. Plak daar niet alle kieren dicht.

Met een goede cv-ketel kun je ook aardgas besparen. Een goede cv-ketel is zuinig met aardgas. Bijna alle warmte van de verbranding wordt gebruikt om het water te verwarmen. Er is weinig warmteverlies in de cv-ketel. Zo'n zuinige ketel noem je een **hoogrendementsketel**. De afkorting is **hr-ketel**.

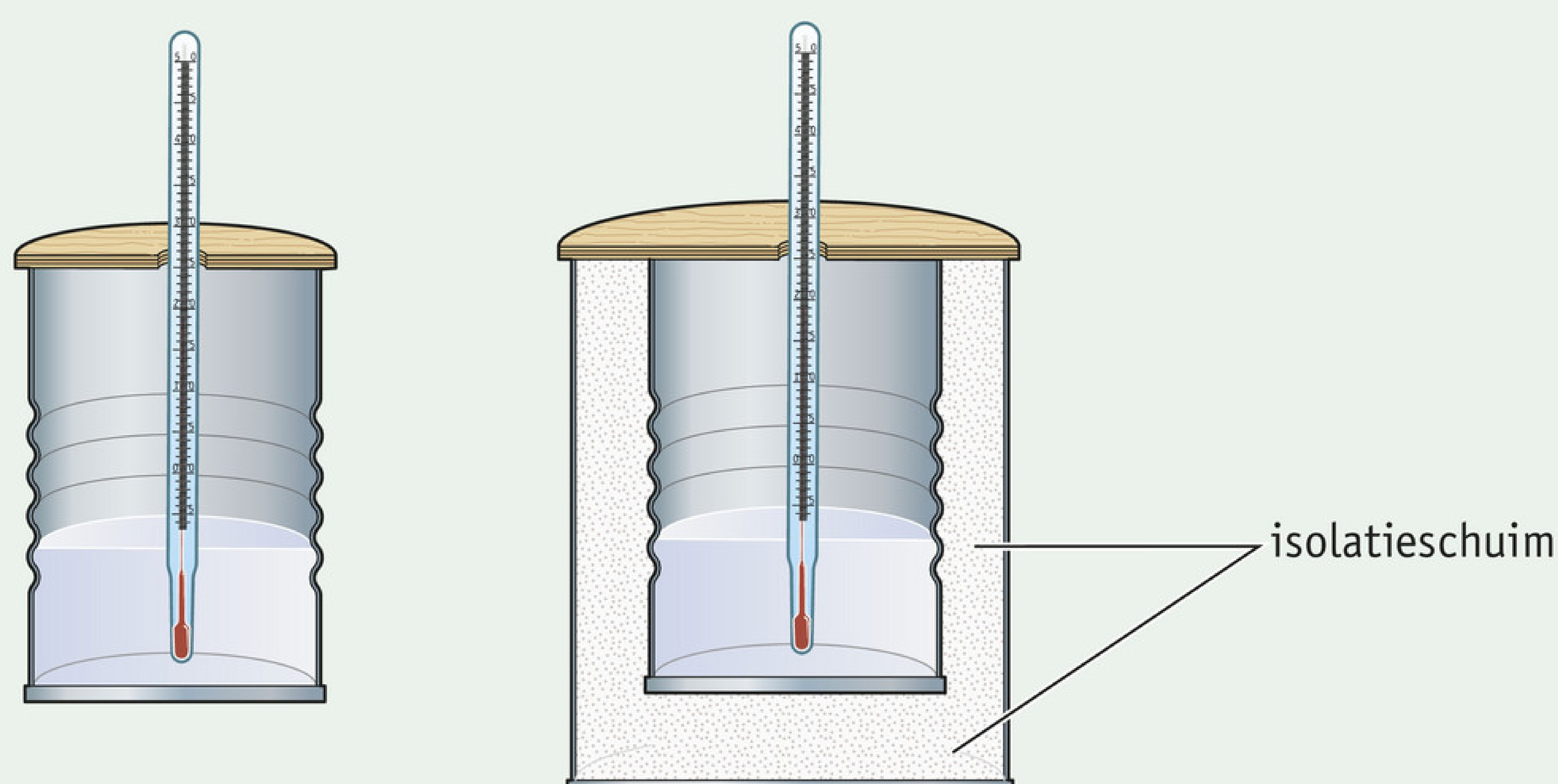
Proef 5 Isoleren

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 conservenblik van 1 L
- ☐ 2 conservenblikken van 0,5 L
- ☐ 2 thermometers
- ☐ 1 bekerglas van 600 mL
- ☐ 1 kroezentang
- ☐ 1 brander met driepoot en gaasje
- ☐ schuimplastic voor de isolatielaag (ongeveer 2 cm dik)
- ☐ 'deksels' voor op de blikken (bijvoorbeeld een triplex plaatje met een gat voor de thermometer)
- ☐ 1 schaar
- ☐ plakband
- ☐ 1 horloge of stopklok

Uitvoering

- Maak de opstelling zoals in afbeelding 37. Doe nog geen water in de blikjes.



▲ **afbeelding 37**
de temperatuur meten in de twee blikken met water

- Doe 400 mL water in het bekerglas.
- Zet beide thermometers in het bekerglas met water.
- Verwarm met de brander het water in het bekerglas totdat het kookt.

1 Waaraan kun je zien dat het water kookt, zonder dat je op de thermometer kijkt?

Het water ___________.

2 Wat is de temperatuur van kokend water?

____

Let op!
Gebruik de kroezentang om de beker kokend water vast te houden.

- Giet 200 mL water in het blik zonder isolatie.
- Giet de andere 200 mL water in het blik met isolatie.
- Leg de deksels op de blikken.
- Zet in beide blikken een thermometer.
- Lees de temperatuur op de thermometers af.

3 Schrijf de begintemperatuur van het water in tabel 7.
Lees elke minuut de temperatuur van het water af.
Schrijf de temperatuur op de juiste plaats in de tabel.

▼ **tabel 7** temperatuur van het water in de blikken

tijd	temperatuur water in conservenblik	temperatuur water in geïsoleerd blik
begintemperatuur	°C	°C
na 1 minuut	°C	°C
na 2 minuten	°C	°C
na 3 minuten	°C	°C
na 4 minuten	°C	°C
na 5 minuten	°C	°C
na 6 minuten	°C	°C
na 7 minuten	°C	°C
na 8 minuten	°C	°C
na 9 minuten	°C	°C
na 10 minuten	°C	°C

4 In beide blikken is de temperatuur na 10 minuten HOGER / LAGER dan de begintemperatuur.

5 Hoeveel graden Celsius daalde de temperatuur in het blik zonder isolatie?

______________________ °C

6 Hoeveel graden Celsius daalde de temperatuur in het blik met isolatie?

_____________________ °C

7 Een geïsoleerde ruimte houdt de warmte WEL / NIET langer vast.

Conclusie
Door isolatie blijft een ruimte langer warm.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

92 Isoleren doe je WEL / NIET om warmteverlies tegen te gaan.

93 De vader van Abdel laat zijn huis isoleren.
Waarom doet de vader van Abdel dat?
De warmte blijft dan in de winter LANGER / KORTER in het huis.

94 Door je huis goed te isoleren, kun je WEL / NIET geld besparen.

95 Schrijf vier materialen op die je kunt gebruiken om een huis te isoleren.

– _____________________

– _____________________

– _____________________

– _____________________

96 Een goede isolator laat GOED / SLECHT warmte door.

97 Schrijf twee manieren op om warmteverlies door de ramen tegen te gaan.

– _____________________

– _____________________

98 Welke twee soorten warmteverlies gaat dubbel glas tegen?

– _____________________

– _____________________

99 Waarmee wordt de isolatiewaarde van glas aangegeven?

____

100 Vul in tabel 8 de *U*-waarde in. Gebruik je Binas tabel 18.

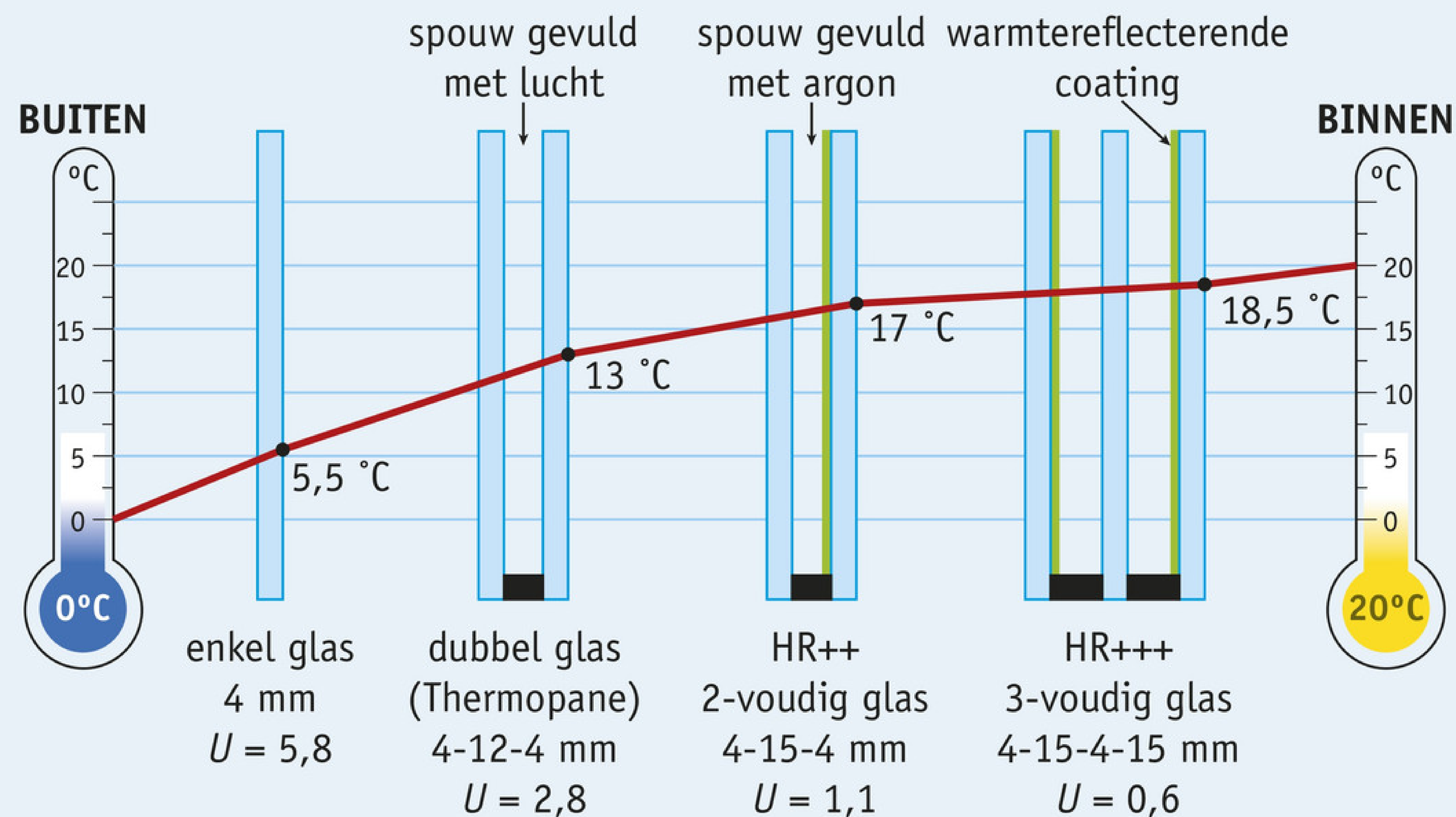
Let op!
De *U*-waarde (nieuwe naam) is hetzelfde als de *k*-waarde (oude naam).

▼ **tabel 8** de *U*-waarde van bouwconstructies

constructie	*U*-waarde
enkel glas	
dubbel glas	
drievoudig glas	
drievoudig glas met coating	
spouwmuur zonder isolatie	
spouwmuur met isolatie (50 mm dik)	
vloer zonder isolatie	
vloer met isolatie (50 mm dik)	
hellend dak zonder isolatie	
hellend dak met isolatie (80 mm dik)	

De volgende tekst en afbeelding 38 moet je gebruiken bij vraag 101 tot en met 104.

Er worden steeds betere manieren gevonden om een huis te isoleren. In afbeelding 38 zie je verschillende soorten isolerend glas. In dit voorbeeld is het buiten 0 °C en binnen 20 °C.
De temperatuur van het raam aan de binnenkant staat in de afbeelding. Bijvoorbeeld: bij dubbel glas is het raam aan de binnenkant 13 °C.



▲ **afbeelding 38**
verschillende soorten isolerend glas

101 Hoe warmer het glas aan de binnenkant, hoe beter de isolatie.

a Bij welk soort glas is het raam aan de binnenkant het warmst?

____

b Bij welk soort glas is het raam aan de binnenkant het koudst?

____

102 Bij welk soort glas zal het raam beslaan als het buiten koud is?

____

103 HR+++ glas heeft een *U*-waarde van 0,6.
Dit glas heeft heel WEINIG / VEEL warmteverlies.

+104 Wat zou je kunnen doen om het HR+++ glas nog beter te maken?

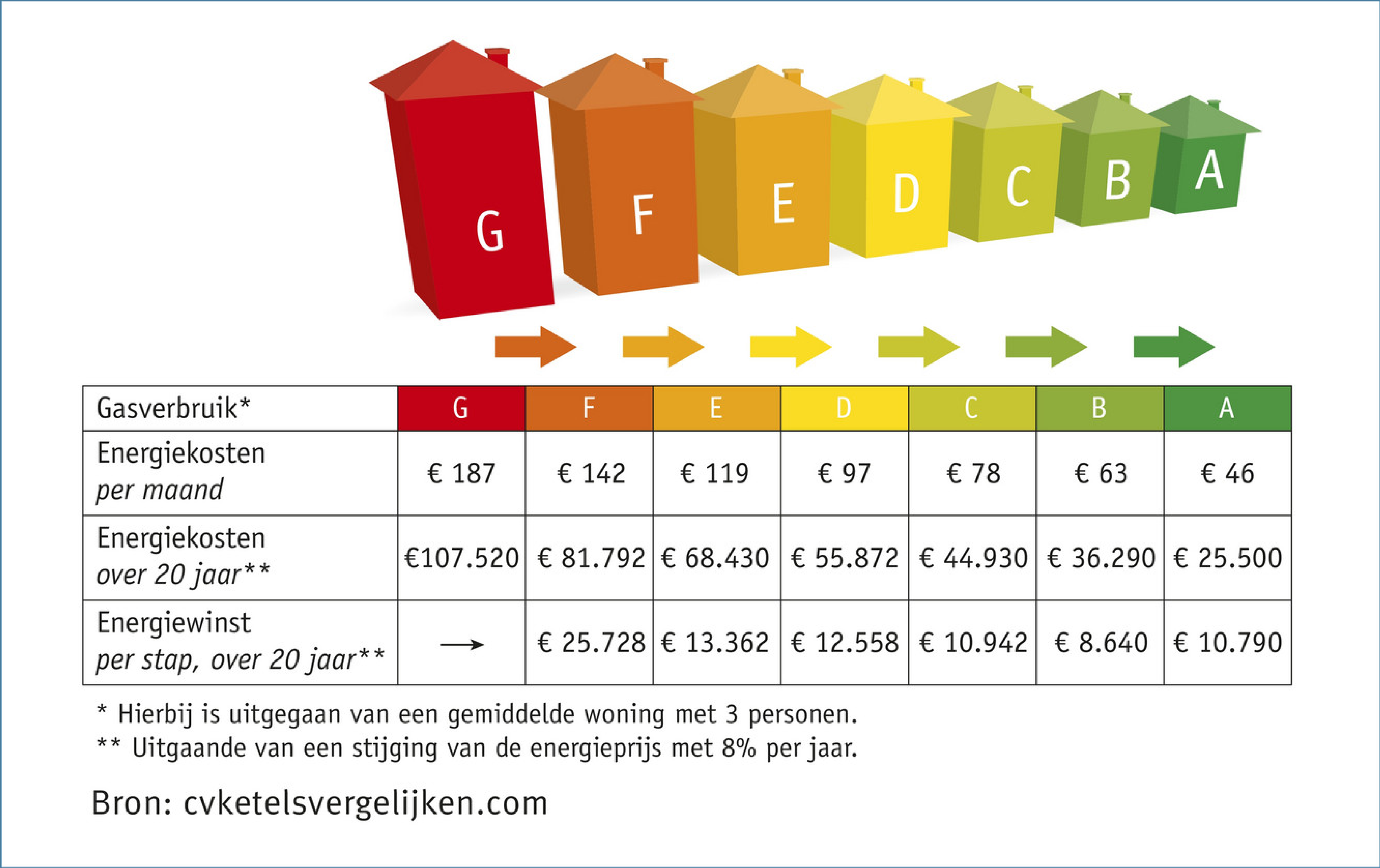
____

____

____

De volgende tekst en afbeelding 39 horen bij vraag 105 tot en met 111.

Woningen in Nederland moeten sinds 2015 een energielabel hebben. Dit label lijkt op het energielabel van elektrische apparaten. Label A is voor een huis dat zuinig is met energie. Een huis met label G is helemaal niet zuinig met energie (afbeelding 39).



Gasverbruik*	G	F	E	D	C	B	A
Energiekosten *per maand*	€ 187	€ 142	€ 119	€ 97	€ 78	€ 63	€ 46
Energiekosten *over 20 jaar***	€107.520	€ 81.792	€ 68.430	€ 55.872	€ 44.930	€ 36.290	€ 25.500
Energiewinst *per stap, over 20 jaar***	→	€ 25.728	€ 13.362	€ 12.558	€ 10.942	€ 8.640	€ 10.790

* Hierbij is uitgegaan van een gemiddelde woning met 3 personen.
** Uitgaande van een stijging van de energieprijs met 8% per jaar.

Bron: cvketelsvergelijken.com

▲ **afbeelding 39**
het energielabel van woningen

105 Hoeveel energiekosten heeft een huis met label A per maand? ____________

106 Hoeveel bespaart een huis met label A ten opzichte van een huis met label G?

per maand : ____

per jaar is dat: ____

107 Gijs heeft een huis met label C, maar wil label B hebben.
Wat zou hij kunnen doen om zijn huis te verbeteren?

____

____

108 Om een B-label te krijgen moet Gijs aanpassingen doen die hem € 1.800,— kosten.
Hoeveel energiekosten heeft een B-label per maand?

____

109 Hoeveel energiekosten heeft een C-label per maand ?

____

110 Hoeveel is de besparing per maand als Gijs van C naar B gaat?

Per maand bespaart hij: ____________________

Per jaar is de besparing: ____________________

111 Na hoeveel tijd heeft hij de kosten terugverdiend?

____

Na ______ jaar heeft hij zijn kosten terugverdiend.

112 Isoleren bespaart kosten. Schrijf nog minstens twee voordelen op van beter isoleren.

– ____________________

– ____________________

– ____________________

113 Waarvoor staat de afkorting hr-ketel?

____

114 Een hr-ketel heeft VEEL / WEINIG warmteverlies.
Een hr-ketel is dus WEL / NIET zuinig met energie.

Onthouden!

De gasmeter meet hoeveel gas je gebruikt.
Ieder jaar geef je de meterstand door.
Op de jaarafrekening staat hoeveel je moet betalen voor aardgas en elektriciteit.
Voor de energierekening betaal je per maand een voorschot.
Warmteverlies is warmte die naar buiten verdwijnt.
Manieren om warmteverlies tegen te gaan:

- isoleren
- dubbel glas
- tochtstrips

Een hoogrendementsketel (hr-ketel) is een zuinige cv-ketel.
De *U*-waarde is een maat voor warmteverlies van een constructie.

6 Examen doen

Examenvraag 1

examen 2008, eerste tijdvak

Bouwmaterialen

De muren van een huis zijn dubbel uitgevoerd: een binnenmuur en een buitenmuur. Tussen beide muren bevindt zich de spouw. De spouw is vaak voorzien van een laag warmte-isolerend materiaal.
Welke materialen zijn geschikt als spouwmuurisolatie?

2p → Zet kruisjes op de juiste plaats in de tabel.

materiaal	geschikt als isolatie	niet geschikt als isolatie
aluminium		
piepschuim		
lood		
steenwol		
zink		

Examenvraag 2

examen 2008, eerste tijdvak

Biobrandstof

Benzinemaatschappijen moeten verplicht biobrandstof aan autobrandstoffen toevoegen.
Biobrandstof is onder andere afkomstig van speciaal voor dat doel verbouwde gewassen.

2p → Geef hieronder met kruisjes op de juiste plaats aan welke brandstof een biobrandstof is en welke niet.

brandstof	biobrandstof	geen biobrandstof
benzine		
dieselolie		
koolzaadolie		
steenkool		

Examenvraag 3

examen 2007, tweede tijdvak

Fotograferen in het donker

In het donker kan men foto's maken van voorwerpen die warmte uitstralen.
Dit kan met een speciale camera die gevoelig is voor warmte.

1p → Voor welke straling is zo'n camera vooral gevoelig?

☐ A infrarood
☐ B ultraviolet
☐ C zowel infrarood als ultraviolet

Antwoorden

Examenvraag 1
Materialen die slecht warmte geleiden, zijn geschikt als isolatie. Metalen zijn goede geleiders voor warmte. Aluminium, lood en zink vallen daarom af. Piepschuim en steenwol bevatten veel lucht. Lucht is een slechte geleider. Daarom zijn piepschuim en steenwol goede isolatoren.

materiaal	geschikt als isolatie	niet geschikt als isolatie
aluminium		X
piepschuim	X	
lood		X
steenwol	X	
zink		X

Examenvraag 2
Er zijn biobrandstoffen en fossiele brandstoffen. Door verbranding van fossiele brandstoffen komt er meer CO_2 in de lucht. Biobrandstoffen komen uit resten van planten die nu verbouwd worden en niet miljoenen jaren in de grond gezeten hebben.

brandstof	biobrandstof	geen biobrandstof
benzine		X
dieselolie		X
koolzaadolie	X	
steenkool		X

Examenvraag 3
Een andere naam voor warmtestraling is infraroodstraling. Het goede antwoord is dus A.

Opgaven

voorbeeldexamen

Terrasverwarming

115 In de winter worden de terrassen van veel cafés verwarmd. Voor het verwarmen worden vaak lampen gebruikt. De lampen geven een rood-oranje gloed. Deze lampen zenden licht uit.

1p → Welke soort licht zenden de lampen vooral uit?

- ☐ A infrarood licht
- ☐ B ultraviolet licht
- ☐ C violet licht

voorbeeldexamen

Kachel

116 Henk en Anne zitten in de winter dicht bij de kachel. In de kachel wordt hout verbrand.
De kachel is helemaal dicht. Toch kunnen Henk en Anne de warmte van het vuur voelen.
1p → Op welke manier komt de meeste warmte van de kachel bij Henk en Anne?
- ☐ A door geleiding
- ☐ B door straling
- ☐ C door stroming

117 De kachel van Henk en Anne heeft een buitenkant van staal.
2p → Leg uit waarom de buitenkant van de kachel van metaal gemaakt is.

____

____

118 Bij het verbranden van hout in de kachel komen gassen vrij. De vlammen in de kachel zijn oranje van kleur.
2p → Kruis in de tabel aan welke gassen er bij deze verbranding vrijkomen.

koolstofdioxide	
koolstofmonoxide	
zwaveldioxide	
waterdamp	

voorbeeldexamen

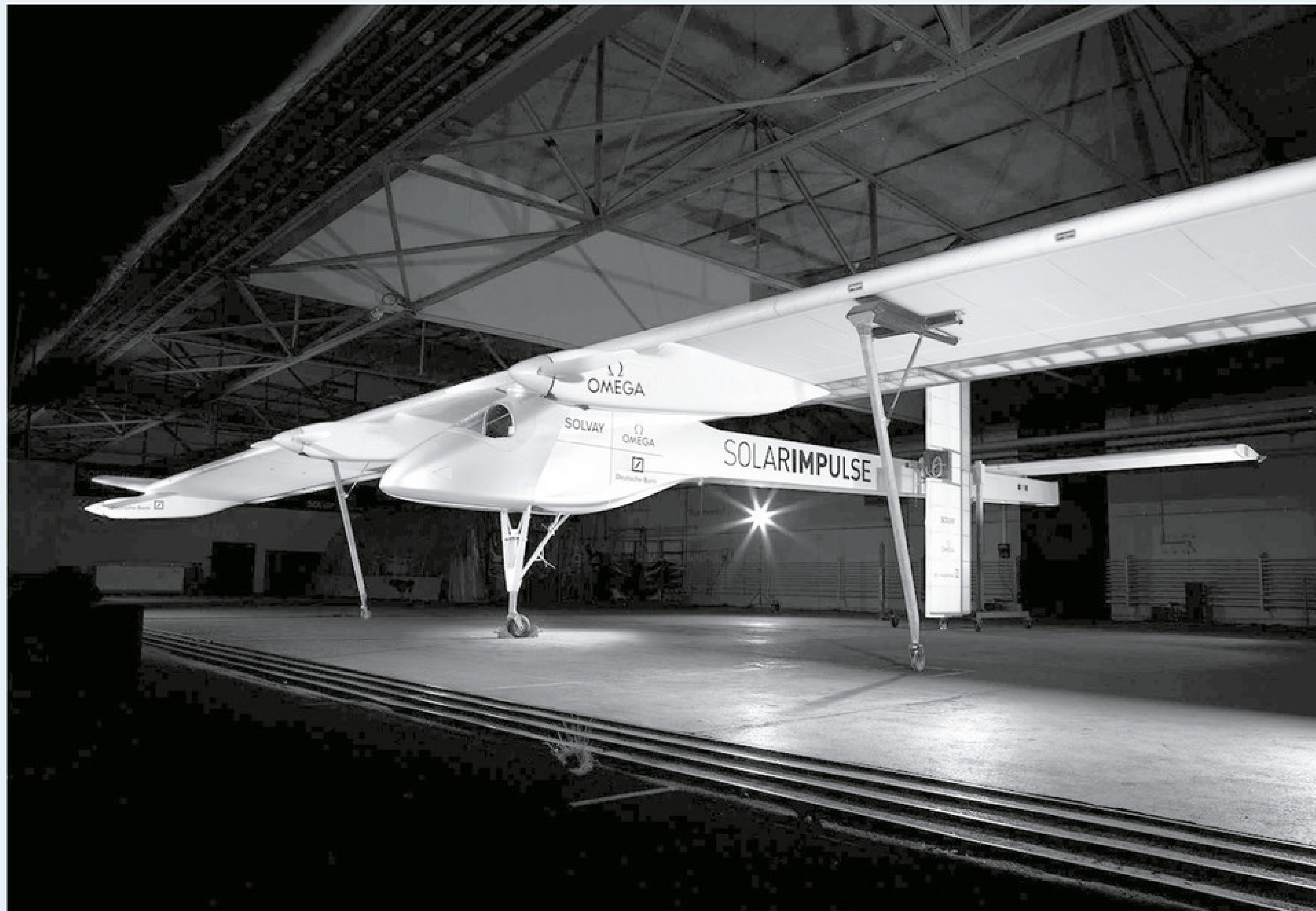
Warmtegeleiding

119 Jamal doet op school een proef over warmtegeleiding. Hij moet een aantal stoffen in twee groepen verdelen. De stoffen die warmte goed geleiden, komen bij elkaar in een groep. De stoffen die warmte slecht geleiden in de tweede groep. In de tabel zie je de stoffen staan die Jamal van zijn leraar heeft gekregen.
2p → Zet een kruisje achter de stoffen die warmte goed geleiden.

plexiglas	
aluminium	
hout	
keramiek	
messing	
piepschuim	
staal	

examen 2014 KB, eerste tijdvak

Solar Impulse



▲ **afbeelding 40**
de Solar Impulse

120 De Solar Impulse is een vliegtuig op zonne-energie. De bovenzijde van de vleugels is bedekt met zonnecellen. In een zonnecel is sprake van een energie-omzetting.

2p → Noteer in het schema de energiesoorten voor en na de energie-omzetting in een zonnecel.

voor de energie-omzetting		na de energie-omzetting	
	→		+ warmte

7 Test jezelf

Waar / niet waar-vragen

Bewering	waar	niet waar
1 Om iets te verwarmen heb je thermische energie nodig.		
2 Warmte wordt gemaakt door een warmtebron.		
3 De brandstof voor hoogovens is erts.		
4 In aardgas zit chemische energie.		
5 Warmte is een vorm van energie.		
6 Een elektriciteits-centrale werkt op elektriciteit.		
7 Bij onvolledige verbranding van aardgas ontstaat roet.		
8 Koolstofdioxide is een giftig gas.		
9 De energiebron voor de centrale verwarming is warm water.		
10 Als aardgas volledig verbrandt, ontstaat koolstofmonoxide.		
11 De ruimte waar de cv-ketel staat, moet je goed ventileren.		
12 Koolstofdioxide is zwart en vuil.		
13 In het staal van een radiator vindt warmtetransport plaats door geleiding.		
14 Warme lucht verplaatst zich door straling.		
15 De pomp van de cv pompt warm water naar de radiatoren.		
16 Een radiator moet goed worden geïsoleerd.		
17 Voor warmtetransport door straling is een tussenstof nodig.		
18 De verbrandingswarmte is de hoeveelheid energie die vrijkomt bij verbranding van een stof.		
19 Dubbel glas houdt warmte beter binnen dan enkel glas.		
20 De *U*-waarde is een maat voor warmteverlies van een constructie.		

Examenvragen

1 In afbeelding 41 zie je een broodrooster in werking.
De gloeibuis geeft vooral warmte.
Welke soort licht straalt de gloeibuis vooral uit?

- ☐ A black light
- ☐ B infrarood licht
- ☐ C ultraviolet licht

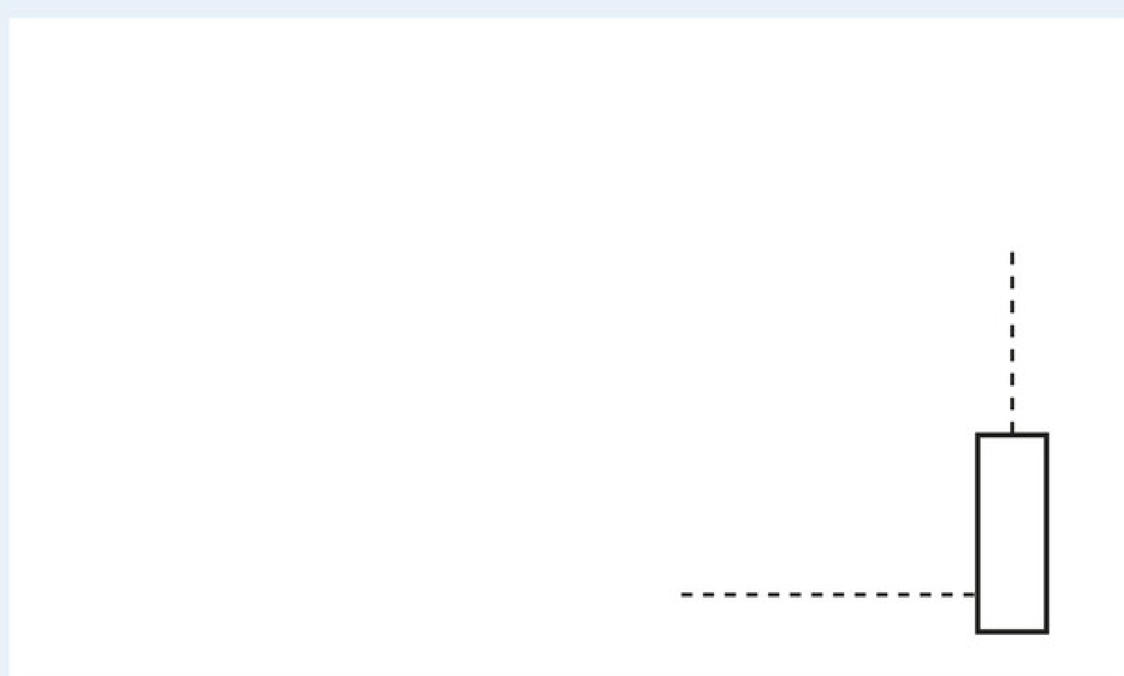


▲ afbeelding 41

2 Schrijf op welke energie-omzetting er in deze broodrooster plaatsvindt.

Examen 2006, tweede tijdvak

3 De warmte van een radiator wordt door stroming door de gehele kamer verspreid.
Met twee stippellijnen is in afbeelding 42 een begin gemaakt met het tekenen van de luchtstroming.
Teken de volledige luchtstroming en geef met een pijl de richting aan.
Examen 2005, tweede tijdvak



▲ afbeelding 42

4 Eskimo's bouwden vroeger een iglo van sneeuw om daarin te schuilen. Buiten kan de temperatuur dalen tot 40 °C onder nul. Binnen blijft het rond het vriespunt.
Waardoor wordt het in de iglo niet zo koud als buiten?

- ☐ A De temperatuur van sneeuw is altijd rond het vriespunt.
- ☐ B Sneeuw geleidt de warmte.
- ☐ C Sneeuw isoleert.

Examen 2005, tweede tijdvak

5 De temperatuur in de iglo blijft rond het vriespunt. Om het toch wat behaaglijk te hebben, maken de Eskimo's een vuurtje in de iglo. Het vuur verwarmt de mensen in de iglo.
Door welke twee vormen van warmtetransport komt de warmte van het vuur vooral bij de mensen in de iglo?
Zet kruisjes achter die twee vormen van warmtetransport.

warmtetransport	
geleiding	
straling	
stroming	

Examen 2005, tweede tijdvak

6 Peter heeft een postzegelverzameling. De postzegels haalt hij van de enveloppen door ze in de hete stoom van kokend water in een fluitketel te houden.



▲ **afbeelding 43**

De fluitketel met water wordt verwarmd.
Bij het verbranden van aardgas is er sprake van een energie-omzetting.
2p → Noteer in het schema de juiste energiesoort voor en na de energie-omzetting.

voor de energie-omzetting		na de energie-omzetting
	→	

Examen 2013 KB, eerste tijdvak

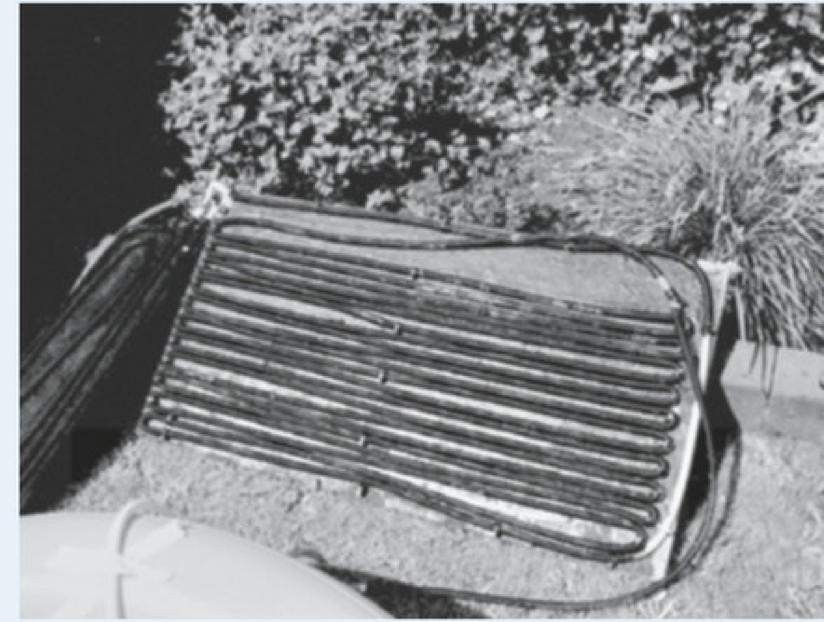
7 Lucas speelt bij mooi weer in een verwarmd zwembadje in de tuin. Om het koude water op te warmen heeft vader Geert van flexibele pvc-buizen een zonnecollector gemaakt. Het koude water uit het zwembad wordt door zwart geverfde buizen gepompt (afbeelding 44a, b en c).



ⓐ het zwembadje



ⓑ de pomp in het zwembadje



ⓒ de zonnecollector

▲ **afbeelding 44**

Wat wordt versterkt door het zwart verven van de buizen?

☐ A het opnemen van straling
☐ B het doorlaten van straling
☐ C het terugkaatsen van straling

Naar: Examen 2013 KB, tweede tijdvak

8 Achteraf bedenkt Geert dat hij de zonnecollector beter met buizen van koper dan van pvc had kunnen maken.
Noteer de belangrijkste natuurkundige reden.

---

naar examen 2013 KB, tweede tijdvak

9 In een elektriciteits-centrale wordt veel warmte geproduceerd. Een deel van deze warmte wordt afgevoerd in koeltorens die daardoor grote wolken waterdamp uitstoten (afbeelding 45).
Deze uitstoot van de centrale op de foto heeft geen invloed op het broeikaseffect.
Welk gas heeft wel invloed op het broeikaseffect?

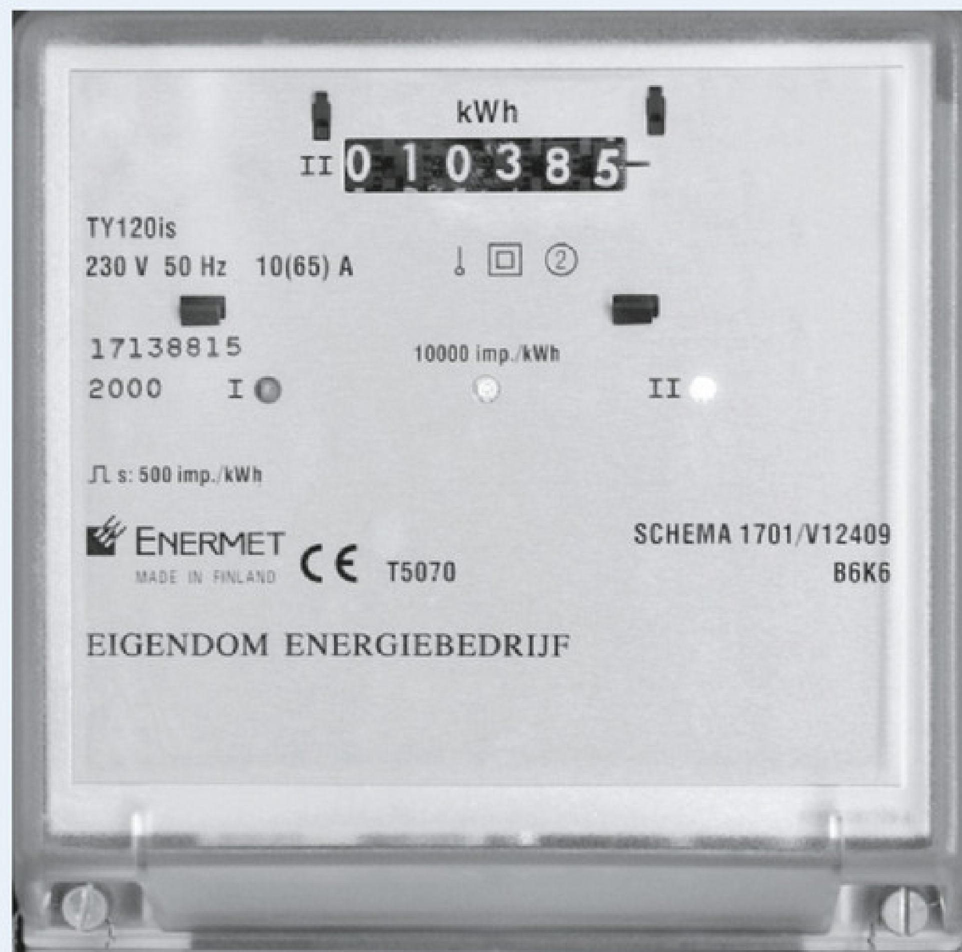
☐ A koolstofdioxide
☐ B ozon
☐ C stikstof
☐ D zuurstof

Examen 2005, eerste tijdvak

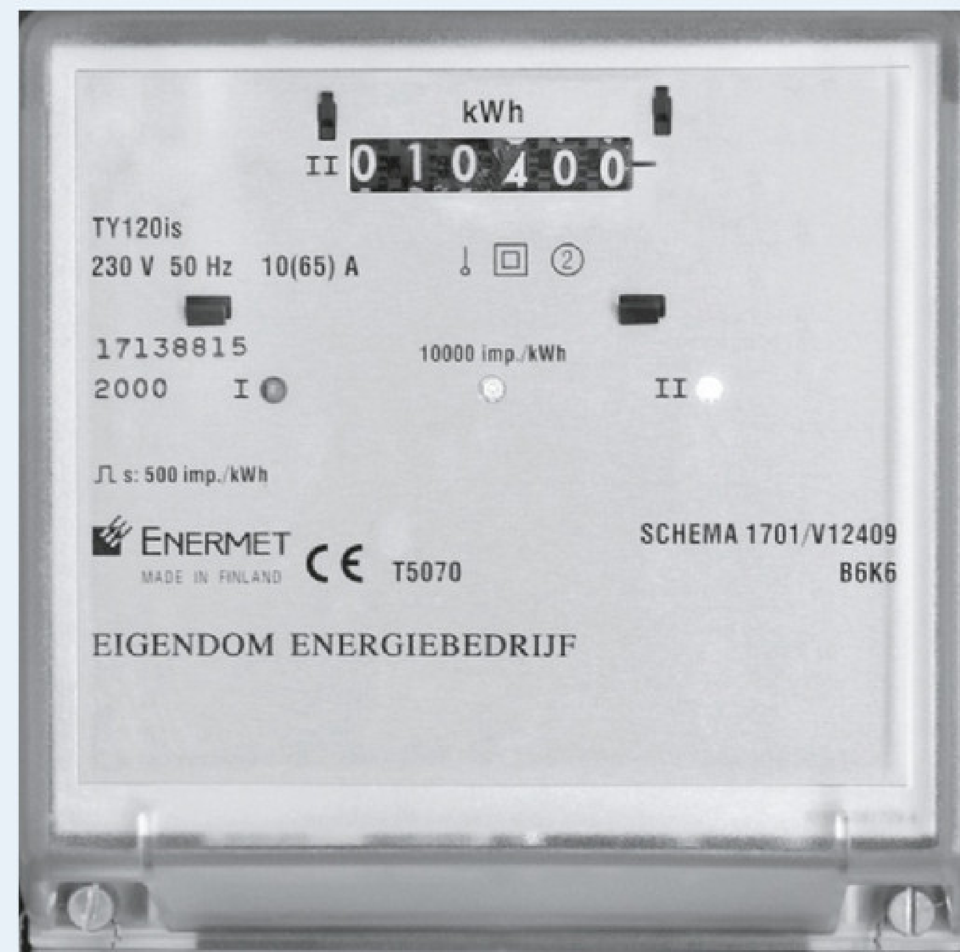


▲ **afbeelding 45**
koeltorens van een elektriciteits-centrale

10 Ikram krijgt op school de opdracht om thuis op twee dagen de meterstanden van de kWh-meter af te lezen. Ikram leest op woensdag en vrijdag op hetzelfde tijdstip de meter af.



ⓐ woensdag



ⓑ vrijdag

▲ **afbeelding 46**
de kWh-meters van Ikram

Het energietarief is € 0,24 per kWh.
Bereken de energiekosten in die twee dagen.

____

____

____

____

____

naar examen KB 2012, tweede tijdvak

Register

Colofon

Auteurs:
J. van Gemert
T. Jacobs
L. Pijnappels

Met medewerking van:
M. Hordijk

Ontwerp omslag:
Buro De Kuijper in samenwerking met
Uitgeverij Malmberg

Foto omslag:
Shutterstock

Binnenwerk openingsbeelden:
Hollandse Hoogte en Shutterstock

Foto's en illustraties:
H1: Sittrop Grafisch Realisatie Bureau, Nijmegen: Grafieken, diagrammen en tekenwerk; 123rf: meisje leest, tent, ballen, opticien, kat (2x), infrarood tijger, nagellak-droger, blacklight, zonnehemel, afstandsbediening; Hollandse Hoogte, Amsterdam: toezicht; Nationale Beeldbank, Amsterdam: Rode huid; Kymco.nl: scooter; Shutterstock: bewegingsmelder. H2: Sittrop Grafisch Realisatie Bureau, Nijmegen: Grafieken, diagrammen en tekenwerk; 123rf: kapotte fiets, rekken, stressbal, katrol (2x), tractor, graafmachine, truck, iStock: schip, bankstel duwen; Sauter.eu: dynamometer; Eurofysica, Rosmalen: krachtmeter; Shutterstock: auto-inbraak; Hollandse Hoogte, Amsterdam: brandweer; Nationale Beeldbank, Amsterdam: verhuizing; VVB fotografie, Arnhem: punaise; iStock: snijden; Flickr.com: rotsblok; Cito examens: klok, kraan, brug, slagboom, lekke band. H3: Sittrop Grafisch Realisatie Bureau, Nijmegen: Grafieken, diagrammen en tekenwerk; Dreamstime: weerstanden (2x), transistoren; 123rf: digitale thermostaat, diodes, controlelamp, elektronicamonteur; Nationale Beeldbank, Amsterdam: lantaarnpaal; iStock: dimmer, mengpaneel; Wikimedia Commons: potmeter; Cito examens: elektrische fiets, ampèremeter, verschillende materialen. H4: Sittrop Grafisch Realisatie Bureau, Nijmegen: Grafieken, diagrammen en tekenwerk; 123rf: windmolenpark, waterkrachtcentrale, zonnepanelen, fabriek, staalfabriek, handdoekradiator, radiator, zonnebaden, spouwmuurisolatie, steenwol, koeltorens; Getty Images: CV monteur, noppenfolie; Cito examens: vliegtuig op zonne-energie, fluitketel, stoom, zwembad, waterpomp, zonnecollector, kilowattuurmeter.

Beeldresearch:
B en U International Picture Service, Amsterdam

Ontwerp:
Uitgeverij Malmberg, Den Bosch

Opmaak:
Pointer grafische vormgeving, Geldrop

ISBN 978 90 345 8767 1
Vierde editie, vierde oplage

MALMBERG

AUTEURS:
J. van Gemert
T. Jacobs
L. Pijnappels

EINDREDACTIE:
J. van Gemert
T. Jacobs

MET MEDEWERKING VAN:
M. Hordijk

ISBN 978 90 345 8767 1



553797

MALMBERG